

[3]

VERGLEICHENDE

# CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

## DER WASSER

DES

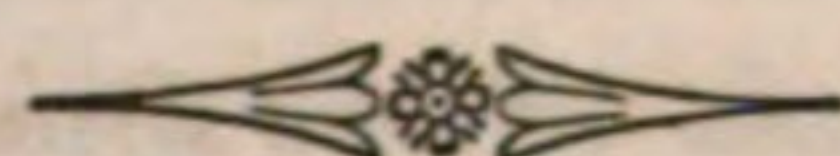
# CASPISCHEN MEERES, URMIA- UND VAN-SEE'S,

VON

H. ABICH.

Nebst zwei Tafeln.

(Aus den *Mémoires de l'Académie Impériale des sciences de Saint-Petersbourg. Sixième série. Sciences mathématiques et physiques. Tome VII. besonders abgedruckt.*)



St. Petersburg.

BUCHDRUCKEREI DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1856.

Zu haben bei Eggers et Comp., Commissionairen der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften,  
und in Leipzig bei Leopold Voss.

Preis: 1 Rbl. Silb. = 1 Thlr. 3 Ngr.



# GASSIPISCHEN MEERES, URMITA- UND VVA-SEES.

## DER WASSER

### CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

VERGLEICHENDE

N. A. BICH.

St. Petersburg.

VERLAG DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1882.

und in Leipzig bei Leopold Voss.



combiniren wie sie bei freiwilliger Verbrennung des Wassers der Reihe nach sich ausscheiden  
ermitteln und dann die erhaltenen Gruppen der Säuren und Basen zu solchen Verbindungen zu  
ein jedes Element der Zusammensetzung nach sicheren Methoden möglichst genau für sich zu  
bestimmen sich können, habe ich bei meinen Untersuchungen an dem Grundsatz festgehalten.

# Untersuchungen

über  
die Zusammensetzung des caspischen Meerwassers.

### die Zusammensetzung des caspischen Meerwassers.

Die erheblichen Verschiedenheiten in den Resultaten der wenigen Untersuchungen, die wir bis jetzt über die Zusammensetzung des caspischen Meerwassers besitzen, zeigen, dass die Frage über den qualitativen und quantitativen Salzgehalt jenes Meeres noch keinesweges befriedigend gelöst ist. Es liegt nahe einen wesentlichen Antheil der Gründe jener Verschiedenheit in den eigenthümlichen physikalischen Verhältnissen zu vermuthen, unter welchen sich die Wasseransammlungen in dem weiten Gebiet der aralo-caspischen Niederung überhaupt befinden.

Bevor jedoch dergleichen Vermuthungen ein Einfluss auf Beurtheilung und Deutung der Abweichungen in den Resultaten der chemischen Untersuchungen gestattet werden kann, muss eine Vermehrung sorgfältig und mit Anwendung sicherer Methoden ausgeführter Analysen des caspischen Meerwassers in den verschiedenen Jahreszeiten, aus den verschiedensten Tiefen und Regionen geschöpft, statt gefunden haben. Die in den folgenden Mittheilungen aufgenommenen, von mir neuerlichst angestellten Analysen des von zwei Localitäten entnommenen caspischen Meerwassers, kann ich eben deshalb auch nur für einen geringen Beitrag zu der Erweiterung unserer Kenntniss in der angedeuteten Beziehung betrachten. Die erhaltenen Resultate dieser Analyse,<sup>n</sup> die ich den nachfolgenden Untersuchungen der Wasser einiger anderen gleichfalls salzigen Binnenseen voranschicke, gewinnen indessen als Elemente vergleichender Betrachtung vom geologischen Standpunkt ein Interesse, auf welchen ich die Auffassung der vorliegenden Abhandlung vorzugsweise zu führen wünsche.

Die Aufstellung eines Bildes der Zusammensetzung von Wassern, welche Salzgemenge, wie sie im Meerwasser vorkommen, in Auflösung enthalten, muss, um Vertrauen zu verdienen, nothwendig von der Angabe der analytischen Methode begleitet sein, nach welcher die Zerlegung statt gefunden hat.

Mit besonderer Rücksicht auf die unvermeidlichen Umbildungen welche dergleichen Auflösungen erleiden, je nachdem der Konzentrationszustand der Mischung oder die Temperatur



derselben sich ändern, habe ich bei meinen Untersuchungen an dem Grundsatz festgehalten, ein jedes Element der Zusammensetzung nach sicheren Methoden möglichst genau für sich zu ermitteln und dann die erhaltenen Gruppen der Säuren und Basen zu solchen Verbindungen zu combiniren wie sie bei freiwilliger Verdunstung des Wassers der Reihe nach sich ausscheiden würden \*).

Von der Richtigkeit dieses Verfahrens überzeugten mich auch verschiedene synthetische Versuche, vor Allem aber die Verschiedenheit die sich in Bezug auf Zahl und Zusammensetzung der für die Mischung gefundenen Salze jedesmal ergab, sobald ich bei der Berechnung den bei der Trennung der Bestandtheile befolgten analytischen Methoden einen bestimmenden Einfluss auf die Gruppierung der einzelnen Säuren und Basen gestattete.

Die Bestimmung der Säuren und Basen geschahe theils mit Anwendung gesonderter Wasserquantitäten, theils vermittelt Durchführung vollständiger Analysen ein und derselben Wassermenge. — Befriedigend übereinstimmende Resultate wurden auf diesem Wege durch Methoden erhalten, über welche ich hier noch Einiges bemerken will.

Die Leichtigkeit womit im Verdunstungsprocesse bei gesteigerter Wärme das Chlormagnium sich selbst in sehr verdünnten Auflösungen in Chlorwasserstoffsäure und Talkerde zerlegt, musste den verhältnissmässig grossen Gehalt an doppeltkohlensaurer Erden, namentlich Talkerde, der in allen bisherigen Analysen wiederkehrt, bedenklich erscheinen lassen; und in der That überzeugte ich mich bald, dass die mir für die Analyse zu Gebote stehenden Wasserquantitäten, wenngleich völlig ausreichend für die Bestimmung aller Hauptelemente der Zusammensetzung, nicht genügten, um die jeden Falls nur sehr geringe Menge vorhandener doppeltkohlensaurer Erden mit völliger Genauigkeit quantitativ zu ermitteln.

Zur Abscheidung der somit hauptsächlich nur auf Chlormagnium und schwefelsaure Magnesia zu vertheilenden Talkerde bediente ich mich unter Andern auch der von Berzelius vorgeschlagenen Methode der Anwendung des Quecksilberoxydes, bei dessen Gegenwart aus dem Chlormagnium enthaltenden Salzgemenge wie bekannt in der Glühhitze reines Magniumoxyd ausgeschieden wird, während Quecksilberchlorid und Quecksilberoxyd sich verflüchtigen. Im Laufe der Untersuchungen durch abweichende Resultate aufmerksam gemacht, welche anfänglicher Voraussetzung entgegen waren, dass mit vorhandene schwefelsaure Magnesia unzerlegt bleiben würde, fand ich, dass das letztere Salz bei dem soeben angedeuteten Processe auf Kosten des im Gemenge mit vorhandenen Chlornatrium vollständig zerlegt und reine Magnesia ausgeschieden wird. Einige mit abgewogenen künstlichen Salzmischungen angestellte Versuche überzeugten mich, dass es für eine rasche und genaue Bestimmung der Magnesia in manchen Fällen als analytische Methode zweckmässig sein kann, die zu untersuchende Verbindung mit einem Gemenge von Quecksilberoxyd und Kochsalz in der erwähnten Weise zu behandeln.

---

\*) In dieser Reihenfolge würde schwefelsaure Kalkerde zuerst, dann Kochsalz und endlich schwefelsaure Magnesia theils mehr oder minder rein, theils in Verbindung mit Chlornatrium sich ausscheiden; das Chlormagnium als das auflöslichste Salz würde in der Mutterlauge bleiben.



Allerdings bleibt auch hier die bekannte Auflösungsfähigkeit der reinen Talkerde bei dem Auswaschen des Filtrats ein wohl zu berücksichtigender Gegenstand der Vorsicht.

Gute Resultate erhielt ich auch in Bezug auf die elementare Bestimmung der Magnesia durch Anwendung des folgenden Verfahrens:

Aus dem Gemisch einer bestimmten Meerwasserquantität mit Wasser schied eine heisse Lösung von essigsaurem Baryt die Schwefelsäure als schwefelsauren Baryt. Aus dem nach dem Abdampfen der filtrirten Flüssigkeit erhaltenen und hierauf dem Glühen unterworfenen Rückstande zum Theil essigsaurer Salze wurden durch Wasser die alkalischen Salze ausgezogen.

Die salzsaure Lösung der kohlensauren Erden wurde nunmehr durch verdünnte Schwefelsäure von der vorhin im Ueberfluss zugesetzten Baryterde befreit, hierauf durch oxalsaures Ammoniak die Kalkerde abgeschieden und die jetzt isolirt zurückgebliebene Magnesia als schwefelsaures Salz bestimmt.

Den Natrongehalt ergab das Gewicht der von den kohlensauren Erden durch Wasser abgeschiedenen und alsdann in Chlorverbindungen verwandelten alkalischen Salze, wobei auf etwa noch zurückgebliebene Antheile von Kalk und Talkerde durch Anwendung von Quecksilberoxyd Rücksicht genommen wurde.

Eine geringe Menge von Kalkerde, welche einigemal bei den alkalischen Salzen zurückgeblieben war, schien der Annahme eines schwachen Chlorcalciumgehaltes in dem Meerwasser günstig zu sein.

In einem anderen Falle wurden in einer gewogenen Quantität Meerwasser durch eine heisse diluirte Auflösung von essigsaurem Silber sämmtliche Chlorverbindungen zerlegt; das erhaltene Chlorsilber abgeschieden und hierauf sämmtliche schwefelsaure Verbindungen durch eine heisse Lösung von essigsaurem Baryt in essigsauere Salze verwandelt.

Nach Trennung des schwefelsauren Baryt wurde die Lösung in der Platinschale zur Trockniss abgedampft und die Erhitzung bis zur vollständigen Umwandlung aller essigsaurer Salze in kohlensaure Verbindungen gesteigert. Nach der Abscheidung des kohlensauren Natron durch Wasser trennte verdünnte Salzsäure die kohlensauren Erden von dem reducirten (d. h. dem vorhin im Ueberschuss zugesetzten essigsauren Salze entsprechenden) Silber. Das Gemenge von Baryt, Kalk und Bittererde wurde nun wie vorhin geschieden, das kohlensaure Natron in Chlornatrium verwandelt und das letztere auf etwa vorhandenes Kali und Spuren beim Auswaschen vielleicht mit gelöster Erde geprüft.

Zur vergleichenden direkten Bestimmung der Kalkerde und der Magnesia wurden besondere Wasserquantitäten von 25 bis 30 Grammen mit Chlorwasserstoffsäure und Oxalsäure versetzt und hierauf mit Ammoniak behandelt. Nach Abscheidung der oxalsauren Kalkerde wurde der abgedampfte und durch Erhitzen vom oxalsauren Ammoniak befreite Rückstand mit Quecksilberoxyd geglüht, oder es wurde die Talkerde aus der salzsauren Lösung durch Ammoniak und phosphorsaures Natron abgeschieden. Beide Methoden gaben übereinstimmende Resultate.



Zur besonderen direkten Bestimmung des in den Chlorverbindungen enthaltenen Chlors wurden zu wiederholten Malen Wassermengen von 25 bis 30 Grammen durch reine Salpetersäure angesäuert und alsdann mit Silbersolution behandelt.

Obschon es mir mit der sorgfältigsten Anwendung erprobter Reagenzien nicht gelang einen auch noch so kleinen Gehalt von Jod oder Bromverbindungen im Wasser des caspischen Meeres ausser Zweifel zu setzen, so halte ich doch eine absolute Verneinung des Daseins dieser Stoffe in demselben so lange für gewagt bis wiederholte Prüfungen mit grösseren als mir zu Gebote gestandenen Wasserquantitäten an Ort und Stelle vorgenommen sein werden. Eine quantitative Bestimmung des Kali beanspruchen meine Untersuchungen nicht, weil ich bei wiederholten Prüfungen des in verschiedenen Analysen erhaltenen Chlornatrium durch Platinsolution so unbedeutende Reaktionen erhielt, dass mir bei dem Mangel grösserer Wassermengen eine genaue Fixirung des Kali unthunlich erschien.

Zu bemerken habe ich hier noch dass ich den Procentgehalt der Salze in den von mir untersuchten Wassern nicht durch Verdampfung ermittelte, da das abgedampfte Salz schon bei einer Temperatur, in welcher der ganze Wassergehalt des Gemenges noch nicht entfernt sein konnte, jedesmal Chlorwasserstoffsäure abgab und somit die eingetretene Zersetzung einer unbestimmten Menge von Chlormagnium andeutete. Versuche das Resultat dieser Zersetzung quantitativ zu bestimmen, indem ich die in der Platinretorte bei stärkerer Erhitzung aus den Abdunstungs-Rückständen ausgetriebenen Dämpfe im geschlossenen Apparat durch verdünnte Silbersolution leitete, fielen, wie zu erwarten, ungenügend aus; das im Chlorsilber enthaltene Chlor konnte dem ursprünglich im Meerwasser befindlichen Chlormagnium nicht allein entsprechen, da die Zersetzung eines Antheils schwefelsaurer Magnesia auf Kostandes mit vorhandenem Chlornatrium in der hohen Temperatur unvermeidlich war.

Die Summirung der, als wasserfreie Verbindungen berechneten Salze ergab für den Procentgehalt des Gemenges im Wasser in sämtlichen Analysen allein ein constantes mit dem specifischen Gewichte des letzteren hinreichend conformes Resultat.

#### 1. Untersuchungen des caspischen Meerwassers aus dem Golf von Baku.

Das für diese Untersuchungen verwendete Wasser wurde im Innern des Golfs von Baku aus einer Tiefe von 23 Fuss vom Grunde des Meeres an einer Stelle heraufgezogen, welche durch das Austreten ausserordentlich starker Brenngasströme aus einem vielverzweigten Quell-Systeme dieses Gases in einer T. VI, No. 24 des Bulletin phys. math. näher berührten Weise sehr eigenthümlich bezeichnet ist.

Das specifische Gewicht dieses Wassers, durch direkte Wägung in einem 5.5 gr. wiegenden Fläschchen mit eingeriebenem Stöpsel ermittelt, fand ich bei einer Temperatur von  $15^{\circ}4$  R. 1.008456, das distillirte Wasser im maxim. der Dichtigkeit bei  $3^{\circ}2$  R. als Einheit angenommen. Das specifische Gewicht desselben Wassers bestimmte Herr Direktor Moritz in Tiflis auf meine



Bitte durch Aräometerwägung mit einem im T. XIV, No. 11 des Bulletin phys. math. von ihm ausführlich beschriebenen Instrument und fand dasselbe 1.008175 bei 12° R. Temperatur.

a) Die Resultate der vollständig durchgeführten Analyse einer Wasserquantität von 71.399 grm. *absichtlich ohne Rücksicht auf die von dem analytischen Verfahren abhängigen Einflüsse berechnet*, welche eine partielle Zersetzung der bei der gewöhnlichen mittleren Temperatur von Baku von 11,6 R. im Meerwasser vorhandenen Verbindungen unvermeidlich machen,

In 1000 Theilen Meerwasser.

|                    |                 |                               |    |            |    |             |
|--------------------|-----------------|-------------------------------|----|------------|----|-------------|
| Chlorcalcium .     | $\equiv 0.0350$ | $\equiv 0.0230$               | Cl | $+ 0.0120$ | Ca | $= 0.4902$  |
| Gyps . . . . .     | $0.0280$        | $0.0160$                      | S  | $0.0120$   | Ca | $0.3921$    |
| Chlornatrium .     | $0.5225$        | $0.3160$                      | Cl | $0.2065$   | Na | $7.3182$    |
| Chlormagnium.      | $0.0690$        | $0.0510$                      | Cl | $0.0180$   | Mg | $0.9664$    |
| Glaubersalz. . .   | $0.1200$        | $0.0676$                      | S  | $0.0524$   | Na | $1.6806$    |
| Bittersalz . . . . | $0.1820$        | $0.1210$                      | S  | $0.0610$   | Mg | $2.5490$    |
|                    | $\equiv 0.9565$ | $\equiv 0.5946$               |    | $+ 0.3610$ |    | $= 13.3965$ |
|                    |                 | $\underbrace{\hspace{1.5cm}}$ |    |            |    | $0.9556$    |

b) Die Resultate derselben Analyse von 71.399 grm. auf Grundlage der Elementarbestimmungen für Basen und Säuren nach der Annahme berechnet, dass in den allermeisten Fällen die Salze so nebeneinander in einer Auflösung existiren, wie sie durch Abdampfung des Wassers bei der gewöhnlichen oder bei möglichst wenig erhöhter Temperatur sich durch Krystallisation ausscheiden würden.

Aus den arithmetischen Mitteln der aus mehrfach wiederholten Bestimmungen gewonnenen Werthe der einzelnen Elemente hatte ich aus hundert Theilen des Meerwassers erhalten:

|                    |            |
|--------------------|------------|
| Chlor. . . . .     | = 0.5450 % |
| Schwefelsäure . .  | 0.2759     |
| Kalkerde. . . . .  | 0.0397     |
| Magnesia . . . . . | 0.1371     |
| Natron. . . . .    | 0.4591     |

Dieselben Elemente nach der Analyse der Wasserquantität von 71.399 grm.:

für 71.399 grm. und auf 100 Theile Wasser berechnet.

|                   |          |       |          |   |
|-------------------|----------|-------|----------|---|
| Schwefelsäure . . | = 0.1990 | gram. | = 0.2773 | % |
| Chlor . . . . .   | 0.3966   |       | 0.5463   |   |
| Kalkerde . . . .  | 0.0318   |       | 0.0442   |   |
| Magnesia . . . .  | 0.0903   |       | 0.1264   |   |
| Natron . . . . .  | 0.3290   |       | 0.4607   |   |



Die Zusammensetzung des Wassers ist nach diesen Elementen wie folgt:

|                        |               |                           |           | in 1000 Theile Wasser. |
|------------------------|---------------|---------------------------|-----------|------------------------|
| Chlornatrium . . . . . | = 0.6188 grm. | = (0.2435 Na × 0.3743 Cl) | = 8.5267  |                        |
| Chlormagnium . . . . . | 0.0287        | (0.0074 Mg 0.0213 Cl)     | 0.3039    |                        |
| Gyps . . . . .         | 0.0767        | (0.0316 Ca 0.0451 S)      | 1.0742    |                        |
| Bittersalz . . . . .   | 0.2320        | (0.0781 Mg 0.1539 S)      | 3.2493    |                        |
| Dopp. kohlens. Kalk    | 0.0057        | (0.0027 Ca 0.0030 C)      | 0.0798    |                        |
| <hr/>                  |               |                           |           |                        |
|                        | = 0.9619 grm. | = (0.3633 × 0.5976)       | = 13.2339 |                        |
| <hr/>                  |               |                           |           |                        |
|                        |               | 0.9609                    |           | 986.7661 Wasser.       |
| <hr/>                  |               |                           |           |                        |
|                        |               |                           |           | 1000.0000              |

Der Gehalt an festen Salzen im caspischen Meerwasser von 1.008456 specif. Gewicht aus dem Golf von Baku beträgt den vorstehenden Untersuchungen zu Folge mithin 1.32 Procent eines Salzgemenges, welches in 100 Theile zusammengesetzt sein würde aus:

|                         |                    |                    |
|-------------------------|--------------------|--------------------|
| Chlornatrium . . . . .  | = 54.62 % (nach a) | = 64.33 % (nach b) |
| Chlormagnium . . . . .  | 7.21               | 2.89               |
| Chlorcalcium . . . . .  | 3.65               | 0.00               |
| Gyps . . . . .          | 2.92               | 7.97               |
| Glaubersalz . . . . .   | 12.54              | 0.00               |
| Bittersalz . . . . .    | 19.02              | 24.11              |
| Dopp. kohlens. Kalk . . |                    | 0.60               |
| Spuren von Kalisalzen . |                    |                    |
| <hr/>                   |                    |                    |
|                         | 99.96              | 99.90              |

## 2. Untersuchung des caspischen Meerwassers von der Rhede bei Derbent.

Das für diesen Zweck benutzte Wasser habe ich am 2. December 1852 bei einer Lufttemperatur von 6,4 R. auf der Rhede von Derbent aus der Tiefe von einem Faden vom Meeresboden geschöpft und in hermetisch verschlossenem Gefässe aufbewahrt. Das specifische Gewicht dieses Wassers bestimmte ich bei 15° R. zu 1.007117.

In einer vollständig durchgeführten Analyse von 72.756 Grammen Meerwasser wurde das Gewicht der einzelnen Säuren und Basen bestimmt und hierauf die Gruppierung derselben nach dem vorhin entwickelten und angewendeten Princip ausgeführt. Die erhaltenen Resultate zeigt die folgende Uebersicht. Es sind enthalten:



|                          | in 72,756 grm. | in 100 Theilen Wasser |
|--------------------------|----------------|-----------------------|
| Schwefelsäure . . . . .  | = 0.1880 grm.  | = 0.2583 %            |
| Chlor . . . . .          | 0.3700         | 0.5085                |
| Kalkerde . . . . .       | 0.0328         | 0.0450                |
| Magnesia . . . . .       | 0.0940         | 0.1292                |
| Natron . . . . .         | 0.2940         | 0.4040                |
| Dopp. kohlen. Kalkerd. . | 0.0112         | 0.0153                |
|                          | <hr/> 0.9900   | <hr/> 1.3603          |

a. Wird die Berechnung auf eine Gruppierung der Säuren und der Basen gegründet, wie sie *ohne Rücksicht* auf die von den analytischen Trennungsmethoden abhängigen Einflüsse, durch den Gang und das Ergebniss der Analyse allein geboten erscheint, so gestaltet sich das Bild der Zusammensetzung folgendermaassen:

|                        | in 72.756 grm.      | in 1000 Theilen Wasser              |
|------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Chlornatrium . . . . . | = 0.5288 grm.       | = (0.2088 Na + 0.3200 Cl) = 7.2681  |
| Chlormagnium . . . . . | 0.1132              | (0.0298 Mg 0.0834 Cl) 1.5558        |
| Chlorcalcium . . . . . | 0.0384              | (0.0140 Ca 0.0244 Cl) 0.5277        |
| Gyps . . . . .         | 0.0352              | (0.0151 Ca 0.0201 S) 0.4838         |
| Glaubersalz . . . . .  | 0.1328              | (0.0564 Na 0.0764 S) 1.8252         |
| Bittersalz . . . . .   | 0.1388              | (0.0924 Mg 0.0924 S) 1.9077         |
| Dopp. kohlen. Kalk     |                     |                                     |
| u. Bittererde . . .    | 0.0112              | (0.0053 Ca 0.0057 C) 0.1539         |
|                        | <hr/> = 0.9984 grm. | <hr/> = (0.3758 + 0.6224) = 13.7222 |
|                        |                     | <hr/> 0.9982                        |
|                        |                     | <hr/> 986.2778                      |
|                        |                     | <hr/> 1000.0000                     |

b. Die Zusammensetzung des Meerwassers von der Rhede bei Derbent, nach dem in 1, b angewendeten Grundsatz berechnet, ändert sich dagegen wie folgt um:

|                        |                |                         |                   |
|------------------------|----------------|-------------------------|-------------------|
| Chlornatrium . . . . . | = 0.5532 grm.  | = 0.2192 Na + 0.3340 Cl | = 7.6035          |
| Chlormagnium . . . . . | 0.0468         | 0.0123 Mg 0.0345 Cl     | 0.6431            |
| Gyps . . . . .         | 0.0792         | 0.0328 Ca 0.0464 S      | 1.0885            |
| Bittersalz . . . . .   | 0.2196         | 0.0740 Mg 0.1456 S      | 3.0183            |
| Dopp. kohlen. Kalk     |                |                         |                   |
| u. Bittererde . . .    | 0.0112         | 0.0053 Ca 0.0057 C      | 0.1539            |
|                        | <hr/> = 0.9100 | <hr/> = 0.3436 + 0.5662 | <hr/> = 12.5073   |
|                        |                | <hr/> 0.9098            | <hr/> 987.4927    |
|                        |                |                         | <hr/> = 1000.0000 |



Die Differenz zwischen der Summe der einzelnen Elementarbestandtheile des Salzgemenges 0.9900 gr. und der Summe der aus denselben berechneten Salze 0.8100 erklärt sich in dem Verluste des Sauerstoffs den die Oxyde des Na, Mg und Ca durch die Berechnung auf Chlorverbindungen erleiden.

In dem Wasser der Rhede von Derbent befanden sich mithin zu Anfang Decemb. 1.25 Procent eines Salzgemenges aufgelöst, dessen Zusammensetzung auf 100 Theile berechnet die folgende sein würde:

|                                   | (nach a)  | (nach b)  |
|-----------------------------------|-----------|-----------|
| Chlornatrium . . . . .            | = 53.46 % | = 60.79 % |
| Chlormagnium . . . . .            | 11.08     | 5.14      |
| Chlorcalcium . . . . .            | 3.89      | 0.00      |
| Gyps . . . . .                    | 3.59      | 8.70      |
| Glaubersalz . . . . .             | 13.47     | 0.00      |
| Bittersalz . . . . .              | 14.08     | 24.13     |
| Dopp. kohlens. Kalk u. Talkerde . | 1.23      | 1.23      |
|                                   | 100.00    | 100.00    |

Der Vergleich zwischen den Resultaten der Untersuchungen I und II zeigt, dass die absolute Quantität der Salze im Meerwasser von Derbent sich gegen diejenige im Wasser des Golfs von Baku, der Abnahme des specifischen Gewichts der Flüssigkeit nahe proportional, verringert hat.

In ihren relativen Mischungsverhältnissen zeigen diese Salzgemenge folgende Verschiedenheiten. Während der Bittersalzgehalt in Beiden gleich geblieben, haben in dem des Derbenter Wassers der Gyps um 0.09, Chlormagnium und doppelt kohlensaure Erden aber um das Doppelte und zwar unter entsprechender Verringerung des Chlornatrium zugenommen. Ganz abgesehen von dem Bedürfniss zu vermehrender und zu wiederholender Analysen erscheint es mir jedenfalls noch zu früh über die möglichen Gründe dieser Verschiedenheiten speculiren zu wollen, indem dies den Standpunct der Frage verrücken hiesse, welche in möglichster Häufigkeit fortzusetzende analytische Untersuchungen allein durch Thatsachen zu lösen vermögen, die Frage nämlich *ob und in wie weit überhaupt locale Abänderungen in dem relativen Mischungsverhältnissen der Salze zu constatiren sind, die das kaspische Meer in Auflösung enthält.*

Ein gleichbleibendes mittleres Mischungsverhältniss der Salze in dem ganzen Umfange jenes Meeres scheint als physikalisch nothwendiges Resultat solcher Kräfte in Anspruch genommen werden zu müssen, die (durch constante Strömungen in der Tiefe des Meeres etc.) fort-dauernd thätig sind die Störungen wieder auszugleichen, welche auf jenes Verhältniss, sowohl von der Physik eigenthümlicher Küsten wie von der Verschiedenheit climatischer Einflüsse auf jenes Binnenmeer ausgehen, welches in seiner meridianen Längenausdehnung von nahe 11 geographischen Breitengraden den daselbst sich diametral gegenüberstehenden Wirkungen extremer Lufttemperaturen, Verdunstungs- und Niederschlagsverhältnisse ununterbrochen unterliegt.



Für die so eben berührte Frage sind die in Tom XIII, Nro. 13, 14 des Bulletin ph. math. durch Herrn Akademiker v. Baer mitgetheilten Untersuchungen von Wichtigkeit, die Herr Provisor Mehner in Astrachan mit dem kaspischen Meerwasser angestellt hat, welches durch Herrn v. Baer aus dem Kanale geschöpft worden, der sich auf der Ostküste der Meeres um das Vorgebirge Tjuk Karagan zieht (pg. 198 l. c.). Diese Stelle gehört einer Gegend an, wo man nach der Ansicht des Berichterstatters hoffen kann, die mittlere Beschaffenheit des Wassers vom kaspischen Meere vorzufinden. Von einer gleichen Ansicht hinsichtlich des Wassers ausgehend, welches aus der Tiefe des Golf's von Baku geschöpft, von mir analysirt worden, glaube ich ein um so grösseres Gewicht auf die Annäherung legen zu dürfen, die zwischen den Resultaten der Analyse des Wassers von Tjuk Karagan von Herrn Mehner und denen des Wassers von Baku stattfindet. Unbeschadet einiger qualitativen und quantitativen Verschiedenheiten in dem Bilde der Zusammensetzung des ersten Wassers von dem des zweiten, über welche ich mir kein Urtheil erlaube, da der Gang der Analyse des Herrn Mehner nicht angegeben worden, sind die relativen Mengenverhältnisse der beiden wesentlichsten Salze, die sich in 1000 Thl. des Wassers in Auflösung befinden, d. h. Chlornatrium und schwefelsaure Talkerde, in beiden Analysen nahe dieselben. Nach Herrn Mehner enthalten 100 Thl. Wasser von Tjuk Karagan 1.40% eines Salzgemenges in Auflösung, dessen procentische Zusammensetzung ich zum Vergleich mit der Angabe derjenigen verbinde, wie sie in den übrigen bis jetzt bekannt gewordenen Analysen des kaspischen Meerwassers hervortreten.

1. Nach der Analyse des kaspischen Meeswassers aus der Nähe von Astrachan von F. Goebel: Reise in die Steppen des südlichen Russlands II pg. 101.
2. Nach den Untersuchungen von H. Rose eines Wassers welches bei OSO. Wind 75 Werst von der äussersten der Inseln geschöpft worden welche die Wolga bei ihren Ausflusse bildet: Poggend. Ann. Tom XXXV pg. 185.
- 3., 4., 5. Nach den Untersuchungen von Herrn Mehner und den von mir unter I, b und II, b mitgetheilten.

|                                               | 1                     | 2                    | 3     | 4                     | 5                     |
|-----------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-------|-----------------------|-----------------------|
| Specif. Gewicht des Wassers. . . . .          | 1.00339 bei<br>14° R. | 1.0013 bei<br>10° R. | 0     | 1.00843 bei<br>13° R. | 1.00711 bei<br>13° R. |
| In 100 Thl. Wasser sind v. Salzgem. enthalten | 0.6294%               | 0.1634%              | 1.40% | 1.32%                 | 1.23%                 |
| Chlornatrium . . . . .                        | 58.37                 | 45.56                | 63.93 | 64.33                 | 60.79                 |
| Chlorecalcium . . . . .                       | 1.20                  | 0                    | 4.65  | 0                     | 0                     |
| Chlormagnium . . . . .                        | 10.04                 | 0                    | 0     | 2.89                  | 5.14                  |
| Dopp. kohlens. Kalkerde . . . . .             | 2.70                  | 1.08                 | 2.66  | 0.60                  | } 1.23                |
| » » Bittererde . . . . .                      | 0.20                  | 26.60                | 1.46  | 0                     |                       |
| Schwefelsaurer Kalk . . . . .                 | 7.79                  | 24.54                | 3.99  | 7.97                  | 8.70                  |
| Schwefelsaure Talkerde . . . . .              | 19.68                 | 0                    | 23.29 | 24.11                 | 24.13                 |
| Glaubersalz . . . . .                         | 0                     | 2.17                 | 0     | 0                     | 0                     |
|                                               | 99.98                 | 99.95                | 99.98 | 99.90                 | 100.00                |



Die Berechnungen unter 1, 3, 4, 5 gaben für das Salzgemenge welches das caspische Meer zwischen dem 40 und 48 Breitengrade bald in stärkerem, bald in schwächerem Grade der Auflösung enthält zwar abweichende, aber doch immer bedeutend unter sich genäherte Zusammensetzungen, deren Aehnlichkeit wahrscheinlich noch grösser sein würde, wenn das analytische Verfahren bei den Untersuchungen immer ein und dasselbe gewesen wäre. Die stärkste Abweichung von einer mittleren Zusammensetzung zeigen die Werthe Nro. 2; auch werden die Zweifel gegen die Richtigkeit derselben durch die Bemerkungen gekräftigt, die sich auf pg. 186 der citirten Abhandlung von C. Rose über die Beschaffenheit und die Quantität des der Analyse zu Gebote gestandenen Materials finden.

Jedenfalls erscheint die Vermuthung gegründet, dass der bedeutende Gehalt an doppelt-kohlensauren Erden der dem Wasser des kaspischen Meeres durch die Analysen 1, 2, 3 zugeschrieben wird, auf einen Irrthum beruhe. Nähere Untersuchungen der festen steinigen Niederschläge vom Grunde des Meeres, wie des Schlammes der die Salzausscheidungen umschliesst und unterlagert, die sich überall bilden müssen wo eine freiwillige Verdampfung das Wasser des caspischen Meeres längs seiner Küstenzone concentrirt, würden zur Erörterung dieser Frage wesentlich beitragen können. — Krystallinische rindenförmige Salzmassen, welche durch das Senkblei während der Beschiffung des Karabugas Busens durch den Capitain Scherepzw von dem Grunde jenes Wasserbeckens heraufgezogen worden, in welchem eine energische Verdunstungsfähigkeit das niemals hinaus, sondern immer nur hineinströmende Meerwasser eindampft, zeigten den schwefelsauren Kalk neben wenig Chlornatrium als vorherrschenden Gemengtheil.

Ueber die Natur solcher festen steinigen Ausscheidungen, wie sie sich in gewissen Regionen des caspischen Meeres auf dem Grunde desselben innerhalb localer Begrenzungen absetzen mögen, verschaffte mir ein Zufall nähere Kenntniss, worauf ich hier etwas eingehe. Mit der Untersuchung der schon früher erwähnten Gasquellen im Innern des Golfs von Baku und der Auffangung des Gases beschäftigt, dessen Zusammensetzung ich in Tom XIV Nro. 4 u. 5 d. Bulletin mitgetheilt habe, wurde die Sonde zu wiederholten Malen gesenkt, um sowohl die Tiefe des Meeres wie die Natur seines Grundes an jener Stelle zu ermitteln. Bei dem Wiederhinaufziehen der zum dritten Mal gesenkten Sonde trafen die damit beschäftigten Personen auf einen bedeutenden Widerstand, der einige Augenblicke glauben liess dass die Stärke des Seiles das sich untermeerisch entgegenstellende Hinderniss nicht überwinden würde. Unter verdoppelter Anstrengung, das Senkblei, welches sich zwischen Steinen eingeklemmt zu haben schien, frei zu machen, wurde mit einiger Mühe von drei damit beschäftigten Leuten ein sehr schwerer Körper mit heraufgezogen. Es bestand derselbe aus einer unförmlichen Steinmasse welche durch mehrfache flache, horizontale Hervorragungen und zahlreiche grössere und kleinere Höhlungen sonderbar gegliedert erschien. Die Oberfläche dieses steinigen Gebildes mit einer ursprünglich rauhen und äusserst unebenen Beschaffenheit und von dunkelbrauner Färbung, zeigte sich zum grossen Theil bedeckt von einem vollkommen gleichartigen Ueberzuge einer Spongiaart, wie ich dergleichen weder früher noch später an anderen



Stellen des caspischen Meeres wahrgenommen habe. Das zartfasrige filzartige Gewebe dieses Schwammes von lichtgrüner und stellenweis gelblicher Farbe, umhüllte in Form einer halbweichen Rinde von der Dicke zweier Millim. bedeutende Flächen des Steins mit allen seinen Unebenheiten. Die Aussenfläche dieser Rinde zeigte eine sehr zarte und regelmässige Zeichnung, hervorgebracht durch sternförmige Einschnitte, deren Strahlen, 6 bis 8 an der Zahl, theils einfach, theils dichotomirend in schwach wellenförmigen Linien von Mittelpunkten ausgehen die in Abständen von 2 bis 3 Linien von einander entfernt stehen. Durch die Zeichnung und Stellung ihrer niemals in einander überfliessenden Sterne, erinnert diese lebende Spongia des caspischen Meeres ausnehmend an gewisse fossile Polyactinien, ganz besonders an *Agaricia boletiformis*. (Tab. II. fig. 7 u. 8.)

Die sternförmigen Einschnitte durchsetzen die Rinde der Spongia in ihrer vollständigen Dicke nicht, denn mit Vorsicht von dem Stein abgelöste Theile derselben zeigen auf der unteren Rindenfläche nur Spuren der Sternzeichnung. Nach vollständiger Austreibung und Verkohlung aller dem lebenden Organismus angehörigen Stoffe durch starke Glühehitze, schrumpft das Spongienagregat, mit vollständiger Beibehaltung seiner ursprünglichen Form, zu einem weisslichen filzartigen Kieselskelet zusammen, welches von schwach gekrümmten, an beiden Enden zugespitzten Spiculen gebildet ist, deren Länge zwischen 0.15 u. 0.20 Millim. wechselt und deren Dicke 0.05 Millim. beträgt. Die Repräsentanten verschiedener Arten von Mollusken aus den Geschlechtern *Dreisena*, *Neritina*, *Paludina*, *Rissoa*, die ersteren beweglich wie Früchte am Byssus hängend, bedeckten in ausserordentlicher Anzahl, von den kleinsten bis zu mässigen Grössenverhältnissen, die Oberfläche der Steinmasse, überall wo sie nicht von der so eben beschriebenen Spongia bekleidet war. Zahlreiche, äusserst kleine Muschelbrut und unter diesen viele kleine schwach anhaftende Gasteropoden lösten sich fortwährend beim Transporte des Steines ab. Auch ein Alge zeigte sich auf der, von der Spongia freien Oberfläche des Steines, in welcher Herr Akademiker Ruprecht das *Ceramium brachygonum* jetzt zur Gattung *Poly-siphonia* gehörig erkannte. Die Masse des Steines selbst ist am Besten als ein Conglomerat von grösseren und kleineren Muscheln und deren Trümmern, von Quarzsand und abgerundeten dunkelbraunen Kalkspatkörnern zu bezeichnen, welche durch kohlensauren Kalk zu einem sehr festen Kalkstein von oolitischen Natur verkittet sind.

Auf der frischen Bruchfläche dieses feinkörnigen oolitischen Gebildes liess die mikroskopische Prüfung erkennen, dass die kalkigen, bald abgeplatteten bald rundlichen Oolitkörner von bräunlicher Farbe, welche einen Hauptbestandtheil des Steines bilden, grösstentheils Muschelbrut von Acephalen und Gasteropoden (Tab. II, fig. 2, 3, 4, 6) und häufig auch sehr kleine glasige Foraminiferenschalen einschliessen. Die grosse Verschiedenheit, welche in den erstgenannten kleinen zierlichen Formen herrscht, macht es sehr schwierig dieselben auf die ursprünglichen Arten zurückzuführen von welchen sie abstammen. Unter den meist schwer zu erkennenden und zu unterscheidenden Foraminiferenschalen sind solche vorherrschend welche die Gattungscharacterere von *Rosalina* oder *Rotalina* besitzen. (Tab. II, fig. 1.)



Durch das Interesse bestimmt welches sich an die Frage über den Grad des Einflusses knüpft, den die in dem Wasser des caspischen Meeres aufgelösten Erdsalze auf Bildung fester Absätze auf dem Meeresboden, so wie insbesondere auch auf die Zusammensetzung der Schalen seiner Molluskenbewohner haben könnten, unternahm ich die Zerlegung des in Rede stehenden Steines, wozu ich mir das möglichst gleichartige Material aus der Mitte grosser zertrümmerter Massen auswählte.

Das Resultat der Untersuchung einer Quantität von 2.905 grm. ist wie folgt:

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| 2.175 Kohlensaurer Kalk . . . . .                 | = 74.86 % |
| 0.075 Kohlensaure Magnesia . . . . .              | 2.84      |
| 0.012 Organische Stoffe . . . . .                 | 0.41      |
| 0.610 Unlösliche Stoffe . . . . .                 | 20.99     |
| 0.028 Thonerde, Eisenoxyd u. Kieselerde . . . . . | 0.96      |
| 0.014 Schwefelsaurer Kalk . . . . .               | 0.48      |
| <hr/>                                             |           |
| 2.914                                             | 100.54    |

Noch halte ich mich zu der Bemerkung verpflichtet, das der Voraussetzung eines wahrscheinlichen Gehaltes an Phosphorsäure in dem analysirten Steine bei dem Gange der qualitativen Untersuchung eine negative Antwort zu Theil wurde. Die unlöslichen Stoffe, welche nahe den fünften Theil des Gesteins betragen, bestanden aus abgerundeten Körnern von Quarz und im geringen Antheil beigemengter nicht krystallinischer Gesteine.

Der Wunsch zu erfahren ob und mit welchem Antheile die in dem Steine gefundene kohlensaure Magnesia in die Zusammensetzung der von der Steinsubstanz umschlossenen Muschelschalen eingehe, veranlasste mich zu der Analyse des Schalenfragmentes eines grossen, aus dem Steine gebrochenen Exemplars von *Cardium trigonoides*. Nachdem die Abwesenheit der Phosphorsäure in der Schalensubstanz erwiesen war<sup>1)</sup>, wurde die starksaure Lösung derselben in Chlorwasserstoffsäure mit Ammoniak im Ueberschuss versetzt und hierauf durch Oxalsäure die Kalkerde gefällt. Der abgedampfte, von den ammoniakalischen Salzen durch Glühen befreite Rückstand wurde mit Schwefelsäure versetzt und die Magnesia aus dem so erhaltenen schwefelsauren Salze berechnet.

Das specifische Gewicht der Cardiumschale war 2.809 bei 17° R. W. T.

1.043 gram. zeigten in der Analyse folgende Zusammensetzung:

|                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1.024 grm. kohlensaure Kalkerde | = 98.17 %               |
| 0.017 kohlensaure Magnesia      | 1.67                    |
| <hr/>                           |                         |
|                                 | = 99.84 % <sup>2)</sup> |

1) Nach Joys neuester Zerlegung, Wöhl: und Liebig, 1852, LXXXII 367, bestände die Schale der Weinbergschnecke *Helix pomatia* nur aus 98.5 kohlensauren Kalk und 1.5 organischem Gewebe, indem Phosphorsäure, Kieselsäure, Fluor, Talkerde und Alkalien nicht darin zu entdecken waren. Hatchet glaubte Spuren von phosphorsaurem Kalk in der Schale von *Helix aspera* gefunden zu haben, konnte aber in *Helix hortensis* keine Spur davon finden. Philos. transact. abridg. XVIII, 556.

2) Aus zahlreichen chemischen Untersuchungen lebender Corallen, welche auf Veranlassung des Herrn de la Beche



Ich stelle dieser Analyse einer nicht petrificirten Muschelschale des heutigen caspischen Meeres aus dem submarinen Kalkstein im Golf von Baku eine andere gegenüber, die ich von den sehr regelmässigen Pseudomorphosen der Schalen von *Mactra podolica* in reinen Kalkspat anstellte, deren dichtes Aggregat den marmorartigen Steppenalk bildet, der im Gouvernement Stavropol 30 Werst nördlich von der Staniza Novo Alexandrowskaja gebrochen wird und, in grossen Platten und Pfeilern gehauen, eine in jener Gegend weit verbreitete architectonische Anwendung findet.

Das specifische Gewicht dieser Schalenmasse fand ich 2.647 bei 17° R. Wasser T. Eine auf gleiche Weise wie die vorhergehende angestellte Analyse von 1.166 grm. gab 1.161 grm. kohlensaure Magnesia = 99.61 %  
Spur von Magnesia.

Die systematische Vermehrung von Untersuchungen wie die vorstehenden, hat ein geologisches Interesse, denn sie würden zur Lösung der Fragen führen können, ob die kohlensaure Magnesia als ein *chemisches Merkmal der Molluskenschalen des caspischen Meeres* zu betrachten ist und ob eine successive Abnahme dieser Erde in den Schalen, welche älteren aralo-caspischen Schichten angehören, *vielleicht* selbst bis zum Verschwinden der Magnesia, in den Muscheln der miocenen Ablagerungen statt findet, die am nördlichen und südöstlichen Fusse des Kaukasus als niemals fehlende Grunlage der aralo-caspischen Niederschläge gefunden werden.

Eine hier nicht wohl abzuweisende Erörterung über die wahrscheinliche Bildung des modernen Muschelkalksteins in dem Golf von Baku muss sich zu den chemischen Bedingungen wie den physikalischen Umständen zurückwenden, welche sein Erscheinen auf dem Meeresboden begleiten.

Für das Vorhandensein einer kalkreichen Mineralquelle auf dem Boden des Golfs von Baku fehlen alle Beweise, dagegen haben die in T. XIV, No. 4 u. 5 des Bulletin ph. math. mitgetheilten Analysen des Brenngases der Halbinsel Apscheron gezeigt, dass die jenem Gase überall beigemengte Kohlensäure über den submarinen Gasquellen vom Meerwasser aufgenommen wird.

Eine Ausscheidung von kohlensaurem Kalk innerhalb der Gasquellen, wird unter solchen Umständen mithin sehr unwahrscheinlich; wohl aber scheinen die Kohlensäure enthaltenden Gase geeignet, die Auflösung eines schon vorhandenen Kalksteingebildes zu begünstigen und wenigstens local zu unterhalten. Eine solche Voraussetzung wird aber durch die Configuration und den habitus der vom Meeresboden in Mitten der Gasquellen herauf gezogenen Kalkmassen vollkommen bestätigt. Sie nur allein vermag zu erklären weshalb die unteren Flächen

im Laboratorium des Instituts für praktische Geologie in London angestellt worden sind, hat sich gezeigt dass die Erdsalze welche die steinigen Gehäuse der Corallen zusammensetzen in folgenden Verhältnissen schwanken können. Kohlensaurer Kalk von 82 zu 95.5%, kohlensaure Magnesia von einer blossen Spur zu 7.24%, schwefelsaurer Kalk von einer Spur zu 2.76%. Die organischen Stoffe, in den Corallen schwanken denselben Untersuchungen zufolge, von 3 bis 8.27%, während geringe Mengen von Kieselerde, Thonerde, Eisen, Phosphaten und Fluorverbindungen ebenfalls mit auftreten. [De la Beche. The geological Observer. London, 1833, pg. 168.]



der schon oben erwähnten flachen Hervorragungen des Steines, die sich, wie ersichtlich, ursprünglich in einer parallelen Stellung zu dem Meeresboden befanden, im auffallenden Gegensatze zu der oberen äusserst höckerigen und rauhen Oberfläche derselben *beinahe völlig abgeglättet* erscheinen.

Auf solchen glatten Flächen sind die Durchschnitte der in dem Steine eingeschlossenen grösseren und kleineren Muscheln durch ein und dieselbe Ebene nicht anders begränzt als wenn der Muschelkalkstein zur Politur vorbereitet wäre.

Nur die Einwirkung der Kohlensäure welche in den mit Lebhaftigkeit aufsteigenden Gasströmen enthalten ist, konnte dem Steine eine solche Configuration geben. Dieser Vorstellung conform zeigen sich auch die unförmlichen knorrigen Bildungen der nach Oben gerichteten Theile des Steins, sowie die in den letzteren vorhandenen, von Muschelbrut erfüllten Höhlungen, vor Allen aber die häufigen Hervorragungen grosser Cardianschalen, deren abgeglätteter Zustand sich nicht auf die von der Steinmasse noch bedeckten Theile erstreckt. Bei ruhigerer Einwirkung der vom Wasser aufgenommenen freien Kohlensäure stellten jene derben Schalen und localen Muschelanhäufungen der langsam auflösenden Kohlensäure, einen stärkeren Widerstand entgegen als die Masse des Steines. Dass die Natur des Gasgemenges selbst wie die Gewalt seiner Ausströmungen der Spongienbildung nicht hinderlich ist, dieselbe vielmehr begünstigt, scheint daraus hervorzugehen, dass die so eben erwähnten von den aufsteigenden Gasströmen abgeglätteten und continuirlich getroffenen Steinflächen sich vorzugsweise von einem zusammenhängenden Rasen der Spongia bedeckt zeigen.

Als Beleg für den Grad des auflösenden Einflusses den die mit dem Kohlenwasserstoff verbundene Kohlensäure auf die kohlensauren Erden ausübt, welche in die Zusammensetzung der Schichten der Formation eingehen, die den Grundbau der apscheronschen Halbinsel wie auch den Boden des Golf von Baku formirt, schliesse ich hier noch das Folgende an.

Die Möglichkeit, die ausserordentliche Quantität von 250.000 Pud Naphta alljährlich auf einem Terrain von 2 □ Werst Oberfläche aus einigen 70 Brunnen bei Balachani zu gewinnen, beruht wesentlich auf der geognostischen Natur des Terrain's, in dem die Brunnen eingesenkt sind. Es besteht dasselbe aus einem sehr kalkigen Sandstein von unbekannter Mächtigkeit, dessen geognostische Aequivalente als regelmässig geschichtete Glieder einer bunten Mergel und Steinsalz führenden Formation an mehreren Stellen der Halbinsel in ausgedehnter Entwicklung und in den stärksten Graden der Dislocation auftreten. — Dieser Sandstein wird, wie künstliche Aufdeckung des Terrains bei Balachani bis 40 Fuss Tiefe gezeigt hat, in seinem normalen Zustande von geringer Härte und von Bitumen durchdrungen, schon einen Faden unter der Oberfläche angetroffen. Mit grösserer Tiefe beginnen die Wirkungen chemischer und mechanischer Zerstörung den ursprünglich horizontal geschichteten Sandstein in einen feinkörnigen Sand von gelblich grüner Färbung zu verwandeln, dergestalt von Naphta durchdrungen, dass er weiter hinab in eine dunkelgrüne zähflüssige Masse übergeht, welche 5—6 Faden unter der Oberfläche ein sogenanntes schwimmendes Gebirge bildet. In ein solches Terrain sind nun die Brunnenschächte bis zu Tiefen von 70—80 Fuss hinabgesenkt, auf deren Grunde sich



innen 24 Stunden mitunter 90 Pud Naphta auf schwachsalzigem Wasser schwimmend ansammeln, dessen Oberfläche durch das stete Mitemporsteigen des Brenngases in einer mehr oder minder starken kochenden Bewegung erhalten wird.

In dem Innern dieser zähen sandigen Masse lassen sich die Strukturverhältnisse des ursprünglichen Gesteins noch deutlich durch plattenförmige horizontalgelagerte Fragmente erkennen, welche als Reste früher zusammenhängender Schichten in dem von Naphta getränkten Sande zu schwimmen scheinen und deren Gegenwart einen wesentlichen Einfluss auf die Vertheilung der Naphta in dem angedeuteten Terrain ausübt. Eine chemische Untersuchung der beiden hier in Rede stehenden Gesteinsvarietäten schien mir einen Aufschluss über den Grad des chemisch-zersetzenden Einflusses zu verheissen den die Gase, welche das Auftreten der Naphta in diesem unterirdischen Naphtasumpf begleiten und befördern, auf den Sandstein ausüben.

Die Analysen welche Hr. Candidat Moritz Gottfriedt, der mich im Jahre 1847 auf meinen Reisen in Grusien begleitete, auf meine Veranlassung angestellt hat gaben folgende Resultate.

1. Untersuchung des normalen Sandsteins aus einem Faden Tiefe.

Unlöslicher Rückstand grösstentheils aus Quarzsand

und kohligen Theilen bestehend . . . . . = 58.74 pCt.

Kohlensaurer Kalk . . . . . 27. 5 »

Kohlensaure Magnesia . . . . . 7.75 »

Eisenoxyd, Thonerde und Verlust . . . . . 5.66 »

100.

2. Untersuchung des zersetzten Sandsteins aus 5 Faden Tiefe.

Unlöslicher Rückstand nicht löslich in Säuren . . . = 79.14 pCt.

Kohlensaurer Kalk . . . . . 7.58 »

Kohlensaure Magnesia . . . . . 0.74 »

Thonerde . . . . . 1.63 »

Eisenoxyd . . . . . 1.90 »

Glühverlust . . . . . 9.07 »

100.

Aus dem Vergleiche der Resultate dieser beiden Analysen ergibt sich dass die Naphta einen zersetzenden Einfluss auf die ursprüngliche Felsart ausübt, welche im bleibenden Contact mit der ersteren, den grössten Theil ihrer kohlensauen Erden verloren hat. Der Grund dieser Erscheinung findet seine wahrscheinlichste Erklärung in der auflösenden Einwirkung der Kohlensäure, welche an der Zusammensetzung des brennbaren Gases Antheil nimmt unter dessen Einfluss die Naphta aus der Tiefe aufsteigt. Das Terrain in welchem die Naphta sich sammelt kann dem Vorbemerkten zu Folge mit einem Schwamme verglichen werden, den das empordringende



Bitumen fortwährend gefüllt erhält. — Wird die Naphta, welche auf dem Grunde der zahlreichen Brunnen zugleich mit dem Wasser durch seitliches Eindringen in die Schacht-Räume, sich langsam ansammelt nicht in bestimmten Intervallen ausgeschöpft, so lehrt die Erfahrung, dass, nach dem Eintritte eines gewissen Maximum's kein weiteres Nachdringen erfolgt. Dieser Umstand scheint zu beweisen, dass der vermehrte Druck auf das Quellsystem einen unterirdischen Abfluss der Naphta nach anderen Richtungen bewirkt.

So scheint denn der *Muscheln umschliessende moderne Kalkstein* im Golf von Baku als ein langsames Niederschlagsproduct des im Meerwasser durch freie Kohlensäure aufgelösten kohlen-sauren Kalks betrachtet werden zu müssen, das bereits vorhanden war, als die Quellen des Kohlenwasserstoffgases an dem Orte ihres heutigen Erscheinens zwischen den Vorgebirgen Bayl und Schychov sich in unbekannter Zeit einen Durchbruch aus der Tiefe erzwangen.

In Folge der auflösenden Thätigkeit der dem Kohlenwasserstoff beigemengten Kohlensäure musste die Continuität der Steinschicht an den Austrittsstellen des Gases am Meeresboden durch Höhlungen und Löcher unterbrochen werden. Die Sonde drang somit in die Zwischenräume eines Haufwerks auf solche Weise sich isolirender Gesteinsmassen und vermittelte das Losbrechen und Emporführen eines Fragments derselben an die Oberfläche. Insofern nun die Bedingungen für oolitische Beschaffenheit eines Kalkniederschlags überhaupt vorzüglich an flache Küstenzonen geknüpft sind, wo das Spiel der sanft anschlagenden Wellen sich vielleicht noch mit dem Einfluss periodischer Niveauveränderungen des Wasserspiegels verbindet um Sand und Kalkkörner nebst Muschelfragmenten etc., von feinen Kalkschichten concentrisch umhüllt, zu festen oolitischen Ablagerungen zu verkitten, ist hier daran zu erinnern, dass dieselben Umstände, durch welche der fundamentale Boden der Ruinen der sogenannten Caravanserai<sup>\*)</sup>, 4 Werst weiter nördlich an derselben Küste, einst 7 Fuss unter die Oberfläche des heutigen Meeresspiegels versetzt wurde, auch jene fraglichen, ursprünglich oolitischen Küstenbildungen um 2 Werst von dem heutigen Meeresufer entfernt gegen das Innere der Bucht hinausgerückt worden sein könnten. Da die Gegenwart des Jod und Brom in Bestätigung aller bisherigen Annahmen auch von mir, wie schon Oben bemerkt, im caspischen Meerwasser nicht nachgewiesen werden konnte, so schien es mir der Mühe werth, die Analyse eines Salzgemenges anzustellen welches von Hrn. Apotheker Kieser in Derbent durch Abdampfen der Lauge aus der Asche von ihm verbrannter Gräser des caspischen Meeres (vorzüglich von *Ruppia maritima*) erhalten, und mir zur Untersuchung übergeben worden war. Dieses Salz, welches sich schwierig in Wasser löste, verhielt sich gegen das feinste Reagenz auf Jod ebenfalls negativ. — Die sehr complicirte Zusammensetzung desselben hat als Resultat der Berechnung aus einer einzigen Elementaranalyse von 1.2664 gram., deren

<sup>\*)</sup> Die genannten Ruinen befinden sich 300 Faden vom Vorgebirge Schychov entfernt; während die grösste Tiefe zwischen den Ruinen und der Küste 2 Faden beträgt, findet sich der Meeresboden in der entgegengesetzten Richtung von den Ruinen, der Mitte des Golfs zugewendet, in 340 Faden Entfernung jetzt sogar in einer Tiefe von 1 Fuss (записки Кавказскаго отдѣла Императорскаго русскаго географическаго общества. Книжка II. Тифлисъ 1853, pag. 242.)



Wiederholung das geringe mir zu Gebote stehende Material nicht gestattete, nur einen approximativen Werth.

Indess führe ich mit der Elementaranalyse die hypothetische Zusammensetzung des Satzes hier an, besonders wegen des nicht unbedeutenden Gehaltes an Schwefelsäure, Magnesia und Kalk, den die Analyse in jenen Seepflanzen mit Anspruch auf Genauigkeit nachweist.

| Elemente in 1.2665 gr. |          | Berechnete Zusammensetzung. |                    |
|------------------------|----------|-----------------------------|--------------------|
| Schwefelsäure .        | = 0.4344 | Chlornatrium . . . . .      | = 0.2290 = 18.08 % |
| Chlor. . . . .         | 0.1184   | Kohlens. Natron . . .       | 0.1186 9.36        |
| Kali . . . . .         | 0.2480   | Schwefels. Natron . .       | 0.1057 8.34        |
| Natron . . . . .       | 0.1980   | Schwefels. Kali . . .       | 0.3126 24.68       |
| Magnesia . . . .       | 0.0208   | Schwefels. Kalk . . .       | 0.3036 23.97       |
| Kalkerde. . . . .      | 0.0622   | Schwefels. Magn. . .        | 0.0729 5.75        |
| Kohlensäure. . .       | 0.0491   | Wasser; Verlust . . .       | 0.1239 9.78        |
|                        | 1.1309   |                             | 1.2663 99.96       |

Da nun, wie bereits erwähnt worden, die bis jetzt angestellten wenigen Analysen von dem Wasser des caspischen Meeres noch immer zu ungenügende Elemente begründen um über den wahren mittleren Salzgehalt des Meeres wie über die mögliche oder wahrscheinliche Zunahme jenes Gehaltes in den verschiedenen Regionen und grösseren Tiefen sicher urtheilen zu können, so ist tiefer eingehenden geologischen Schlussfolgen, von dem Standpunkte des bis jetzt Erkannten, ein noch zu unsicheres und beschränktes Feld gestattet. Von der Wahrscheinlichkeit ausgehend, dass die Analysen des Wassers von Tjuk Karagan und aus dem Golf von Baku ein sehr angenähertes Bild der mittleren Zusammensetzung des caspischen Meerwassers darstellen, mögen in Bezug auf diese hier noch einige Vergleiche eine Stelle finden.

Die eigenthümliche Zusammensetzung des caspischen Meerwassers, welche, wie bekannt, weder in qualitativer noch quantitativer Beziehung mit derjenigen irgend eines andern Meeres zu parallelisiren ist, zeigt eine Aehnlichkeit mit den Mutterlaugen, welche nach Abscheidung des Chlornatriums durch den Soggeprocess aus den Soolen zurückbleiben, die den Steinsalz führenden Formationen entspringen. In besonderm Grade tritt diese Aehnlichkeit bei den Mutterlaugen der Soolen hervor, welche wie z. B. die von Schönbeck und Dürrenberg besonders reich an schwefelsauren Salzen sind.

In dem Salzgemenge, wovon eine Mutterlauge der Schönbecker Saline 29.62 pCt. in Auflösung enthält, sind in 100 Thl. 62.77 Chlornatrium neben 24.66 pCt. Magnesiasalzen vorhanden. (Karsten, Salinenkunde. Tom. I, pag. 138.)

In dem Salze, wovon 1.32 pCt. im caspischen Meere gelöst sind, finden sich 64.70 pCt. Chlornatrium neben 27 pCt. Magnesiasalzen. Hiernach würde eine 21-malige Verdünnung der Schönbecker Mutterlauge eine Soole darstellen, welche in Bezug auf das relative Verhält-



niss des Kochsalzes zu den Salzen der Magnesia in derselben, dem caspischen Meerwasser sehr ähnlich ist.

Die grosse Verschiedenheit in dem chemischen Charakter der Salze des caspischen Meerwassers und derjenigen des Oceans wie aller mit demselben communicirenden Binnenmeere, findet ihren klarsten Ausdruck in den Verhältnisszahlen der Säuren und Basen der Salzverbindungen unter sich. Ich benutze für diesen Vergleich die Untersuchungen welche Dr. Schweitzer in London <sup>1)</sup> vom Meerwasser des englischen Canals angestellt hat, wo das Verhältniss von 3.52 pCt. fester Salze dem mittleren Salzgehalt von 3.57 pCt. sehr nahe kömmt, der nach Forchhammers Untersuchungen in dem ganzen nordöstlichen Theile des atlantischen Oceans bis Island überall herrschend ist, wo die verdünnenden Wirkungen der vom Lande ausströmenden Flüsse aufgehört haben.

|                                                | Im englischen Canal. | Im caspischen Meere. |
|------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Verhältniss des Chlors zur Schwefelsäure . . . | 1 : 0.169.           | 1 : 0.506.           |
| » » » » Magnesia . . . . .                     | 1 : 0.169.           | 1 : 0.251.           |
| » » » zum Kalk . . . . .                       | 1 : 0.037.           | 1 : 0.072.           |
| » » » » Natron . . . . .                       | 1 : 1.037.           | 1 : 0.842.           |

Mit Rücksicht auf den Kalk, der in dem caspischen Meerwasser im Verhältniss zum Chlor von 720 : 10,000 sich vorfindet, zeigt Forchhammer <sup>2)</sup> dass das Minimum desselben im Ocean im Umkreise der westindischen Inseln, wo Myriaden von Polypen den Kalk zum Aufbau ihrer festen Korallenbildungen ausscheiden, mit dem Verhältniss von 247 : 10,000 vorhanden ist, während sich ein Maximum desselben von 371 : 10,000 im Kattegat zeigt, wo zahlreiche Flüsse Kalksalze dem Meere zuführen. Für den atlantischen Ocean gaben 17 Analysen ein Verhältniss von 297 : 10,000, und zwischen den Faroer und Grönland wird dasselbe Verhältniss zu 300 : 10,000 festgestellt.

Es erhellt aus diesen Angaben dass der Kalkgehalt im caspischen Meere in seinem quantitativen Verhältniss zu dem Chlor der Chlorverbindungen in demselben, denjenigen des atlantischen Oceans wenigstens um das Doppelte übertrifft. Für den Magnesiagehalt besteht dagegen ein Verhältniss zwischen dem Ocean und dem caspischen Meere wie 1 : 1,5.

Wird dagegen dieser anscheinend so bedeutende Gehalt an Magnesia und Kalk im caspischen Meere *nicht relativ* zum Chlornatrium, sondern in seinem *absoluten Mengenverhältniss für gleiche Wasserquantitäten* in das Auge gefasst, so zeigt sich dass das caspische Meerwasser an Erden effektiv bei Weitem ärmer ist als die oceanischen Wasser.

Ich wähle für diesen Vergleich wieder die auf 1000 Theile berechnete Zusammensetzung des atlantischen Meerwassers von Schweitzer, und stelle dieselbe mit dem *Mittel* aus meinen Analysen und der des Seewassers von Tjuk Karagan von Herrn Mehner zusammen, wobei das von ihm angegebene Chlorkalium mit dem Chlornatrium als verbunden angenommen ist.

1) The geological observer by de la Beche. London, 1853, pg. 109.

2) Forchhammer Memoirs of the British association for the advancement of scienc. Vol. XV. p. 90.



| In 100 Theilen Wasser:                    | atlant. Meer. | casp. Meer. |
|-------------------------------------------|---------------|-------------|
| Chlornatrium . . . . .                    | 27.0594       | 8.5772      |
| Chlorcalcium . . . . .                    | 0.7655        |             |
| Chlormagnium . . . . .                    | 3.6665        | 0.3156      |
| Brommagnium . . . . .                     | 0.2929        |             |
| Schwefelsaure Magnesia . . . . .          | 2.2957        | 3.1762      |
| Schwefelsaure Kalkerde . . . . .          | 1.4066        | 0.9073      |
| Kohlensaurer Kalk . . . . .               | 0.0330        | 0.2702      |
| Spuren von Jod- und Ammoniak; Wasser. . . | 964.7437      | 986.7535    |
|                                           | 1.000.0000    | 1.000.0000  |

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass wenn 1000 Thl. des atlantischen Meerwassers 3,66 Thl. Chlormagnium und 2,29 schwefelsaure Magnesia enthalten, in gleicher Quantität caspischen Meerwassers nur 0,31 Thl. und 3,17 Thl. dieser Salze vorhanden sind, und dass der Gesamtgehalt der Erdsalze in der ersteren Wasserquantität 7.6947, in der zweiten aber nur 4.6693 Theile beträgt, unter gleichzeitigem Vorhandensein von nur 8.57 Theilen Chlornatrium.

Es ist klar dass die hier angedeuteten Werthe vorzugsweise zu berücksichtigen sind wenn es sich um eine Untersuchung der möglichen Grösse irgend welcher Niederschlag's Effecte handelt, die in der Gegenwart etwa noch von dem caspischen Meere in seiner Totalität ausgehen könnten.

Richtet sich die Untersuchung aber auf abgeschlossene Salzseen oder unvollständig isolirte Meerwasserbassins längs der Küste, wo die Wirkungen der Verdunstung nur periodisch und unvollkommen wieder compensirt werden, so wird man auf die relativen Mengenverhältnisse der einzelnen Salzverbindungen im caspischen Meerwasser zurückgehen müssen um die vorkommenden bedeutenden Anomalien in der Zusammensetzung der Wasser jener Seen als alleinige Resultate von Umbildungsprocessen richtig zu deuten, welche der Wechsel extremer Temperaturen in einer sich langsam concentrirenden Salzlösung wie diejenige des caspischen Meeres nothwendig hervorbringen muss.



## II.

### Untersuchung des Wassers vom Urmiassee.

Dass der heutige See von Urmia in der Landessprache Shahi (Shahey) genannt und von allen Reisenden als das todte Meer Persiens bezeichnet, ein Salzsee ist, wusste schon Strabo, denn er erzählt von dem bei ihm Spauta genannten See im persischen Aderbadagan (Atropatene) (ἡ λίμνη Σπαῦτα XI fol. 523), dass sich auf seinem Wasser fortwährend eine Salzkruste bilde, dass der Genuss dieses Wassers Jucken der Haut und Bauchgrimmen veranlasse, dass, wenn man Kleider in dieses Wasser tauche, so werden sie verzehrt und mürbe, süßes Wasser diene als Gegenmittel und dergleichen mehr.

Monteith, Ker, Porter, Morrier, Fraser und neuere Reisende nach ihnen, unter welchen Moritz Wagner<sup>1)</sup> und Loftus<sup>2)</sup> sich vorzüglich um die Geologie der Umgebung jenes Sees verdient gemacht haben, berichten vielfach von der starksalzigen Beschaffenheit des Urmiasewassers, welche die Existenz der Fische und Mollusken in demselben unmöglich macht, das Dasein zahlreicher Crustaceen aber gestattet. Indessen hat bisher noch keine genaue Untersuchung über die chemische Zusammensetzung des Wassers jenes merkwürdigen Seebeckens eine genügende Auskunft gegeben. Zu Anfang des Sommers im Jahre 1852 bei Djoulfa die persische Grenze überschreitend, hatte ich die Absicht über die Verbreitung und weitere Fortentwicklung der palaeozoischen Formationen mit den in Armenien dieselben unmittelbar überlagernden Gliedern der Kreide, und der Tertiäirformation in südlicher und südöstlicher Richtung vom Ararat mir diejenige Gewissheit zu verschaffen, welche die Zwecke einer geognostischen Karte des armenischen Hochlandes, mit besonderer Beziehung auf die näheren und fernerer Araratumgebungen, erforderten. In Tabriz mit sehr befriedigenden Wahrnehmungen für meinen Zweck auf meiner Reise über Marand angelangt und mit der Untersuchung des Sehend-Gebirges beschäftigt, erkrankte ich Ende Juni am Fieber und sah mich genöthigt den weitem Verfolg eines Planes aufzugeben, der mich längs des Urmiasees, nördlich über Khoi und Maku, in das palaeozoische Gebiet am Südfuss des Ararat zurück geführt und mir, nächst der eigenen Anschauung von den Naturverhältnissen des Urmiasees, auch die gewünschten Materialien zur Untersuchung seines Wassers geliefert haben würde. Durch diesen Unfall der

1) Moritz Wagner: Reise nach Persien. Tom. II, 128 u. 163.

2) On the geology of portions of the Turko-Persian frontier by William Kennet Loftus. Quarterly journal of the geological society. August 1, 1853, pg. 306.



mir drei kostbare Monate raubte blieb meine Kenntniss von den geognostischen Verhältnissen der Hochebene von Tabriz mit den sie umringenden Gebirgen, nur auf die östliche Hälfte derselben beschränkt. Nur der Fernblick auf den jene Ebenen westlich begrenzenden Urmiassee wurde mir von den Gipfeln der Michou-daghi südwestlich von Marand, der Merou-daghi im Osten von Soffian und des Sehend-Kuh südlich von Tabriz.

Von den genannten Standpunkten erblickte ich durch den die Atmosphäre in constanter Trübung erhaltenden brouillard sec einen bedeutenden Theil des grossen von S-N gerichteten Wasserbeckens, deshalb deutlich, weil die Zone eines salzimprägnirten Bodens sich wie ein breites weissschimmerndes Band der Uferlinie angelegt zeigte.

Dem wissenschaftlichen Interesse des Herrn Staatsrath Khanykof in Tabriz, von dessen fortgesetzten Reisen die physikalische und kartographische Kenntniss von Nord-Persien bald schätzbare Erweiterungen zu erwarten hat, verdankte ich im Frühjahr des vergangenen Jahres den Erhalt einer nicht unbedeutenden Quantität von Urmiasseewasser. Durch Vermittelung eines sachkundigen Mitgliedes der nordamerikanischen Mission zu Seir bei Urmia, waren 3 Flaschen mit dem an einer passenden Stelle des westlichen Seeufers im Februar gefüllten Seewasser auf das Beste verkorkt, in zugelötheten Blechkapseln nach Tabriz und von dort nach Tiflis geschickt worden.

Der Empfang dieser Flaschen setzte mich nun in den Stand eine Reihe von chemischen Untersuchungen vorzunehmen, welche hinsichtlich der Zusammensetzung des Urmiasseewassers zu Resultaten geführt haben, auf welche ich näher eingehe. Bei diesen Untersuchungen leiteten mich dieselben Methoden und Grundsätze, die ich in dem Vorhergegangenen angegeben habe.

Das specifische Gewicht des über einen leichten Präcipitat von feinem Thonschlamm völlig geklärten Wassers, fand ich nach wiederholten Wägungen in allen Flaschen übereinstimmend 1.175 bei 15° R. Die Wägung des vermittelst des feinen pg. 7 erwähnten Aräometerapparates von Greiner ergab 1.176.

Nach vorhergegangener Ermittlung der absoluten Mengen der Säuren und Basen in besonderen Wasserquantitäten, habe ich die Zusammensetzung des Seewassers auf Grundlage einer systematisch durchgeführten Analyse von 27.534 grm. wie folgt gefunden

| Elemente.                   | Verbindungen. |          |             | In 100 Th. Wasser. |           |
|-----------------------------|---------------|----------|-------------|--------------------|-----------|
| Chlor . . . . .             | = 3.4932 NCl  | = 5.2350 | = 2.0710 Na | + 3.1619 Cl        | = 19.01 % |
| Schwefelsäure               | 0.2558 MgCl   | 0.4210   | 0.1099 Mg   | 0.3111 Cl          | 1.52 »    |
| Natron . . . . .            | 2.7827 S      | 0.0203   | 0.0084 Ca   | 0.0119 S           | 0.07 »    |
| Magnesia . . . .            | 0.3027 Mg. S  | 0.3680   | 0.1240 Mg   | 0.2439 S           | 1.33 »    |
| Kalk . . . . .              | 0.0104 KaCl   | 0.0166   | 0.0086 Ka   | 0.0080 Cl          | 0.14 »    |
| Spuren v. Bromverbindungen. |               |          |             |                    |           |
|                             | = 6.8448      | = 6.0609 | = 2.3219    | + 3.7368           | = 22.07 % |
|                             |               |          | 6.0587.     |                    |           |



Für den Zweck einer controllirenden direkten Bestimmung des Procentgehaltes an festen wasserfreien Salzen im Urmiaseewasser, wurden 29.695 grm. desselben im Wasserbade in einer Platinaretorte bis zum Erhalt eines trocknen Salzgemenges von 7.566 grm. abgedampft. Die aus dem letzteren durch anhaltende Hitze ausgetriebenen flüchtigen Stoffe gaben, in einer durch Silbersolution abgesperrten Vorlage verdichtet, 0.582 grm. eines sauren gelblichgefärbten Destillats, welches eine ölarartige, etwas nach Kreosot riechende Substanz aufgelöst enthielt. Die Silbersolution, welche zur Absperrung der Vorlage gedient hatte, brachte in der Verdünnung des sauren Wassers einen Niederschlag von 0.402 Chlorsilber hervor, der 0.103 Chlor entsprach.

Das Gewicht des geschmolzenen Salzgemenges war 6.512 grm.

Dasselbe des ausgeschiedenen Chlors . . . . . 0.103

6.615 grm.

Hiernach würde das Urmiawasser also 22.28% feste wasserfreie Salze in Auflösung enthalten.

Das Schwanken der Resultate die ich bei Wiederholung dieses Verfahrens erhielt, ist nur eine Bestätigung der Unsicherheit, welche einer jeden direkten Bestimmung des Procentgehaltes der Lösung eines sehr zusammengesetzten Salzgemenges, zumal wenn es Chlorverbindungen enthält, durch Abdampfen entgegen tritt; und eben deshalb halte ich den durch die Berechnung d. h. indirekt gegebenen Procentgehalt des Kochsalzes im Urmiaseewasser d. h. 22.07 für den allein richtigen.

Die Zusammensetzung dieses Salzes in 100 Thl. ist mit Vernachlässigung des Brom die folgende:

Chlornatrium . . . . . = 86.37

Chlormagnium . . . . . 6.94

Gyps . . . . . 0.34

Schwefels. Magnesia . . . . . 6.08

Chlorcalcium . . . . . 0.27

100.00

Um nun auch die Mutterlauge aus dem Urmiaseesalze in beliebigen Vergleich stellen zu können, unterwarf ich 9013 grm. des Seewassers einem langsamen Soggeprocess, der 1912 grm., mithin 21.23% eines weissen grobkörnigen Kochsalzes lieferte. Die zurückgebliebene Lauge, so weit sie mechanisch von dem krystallisirten Salze getrennt werden konnte, betrug den fünften Theil vom ursprünglichen Volum der versoggeten Wasserquantität, und zeigte ein specifisches Gewicht von 1.2426.

a giebt die Zusammensetzung dieser Lauge und b den Procentgehalt des in derselben aufgelösten Salzgemenges.



|                                | a.      | b.      |
|--------------------------------|---------|---------|
| Chlornatrium . . . . .         | = 18.32 | = 63.83 |
| Chlormagnium . . . . .         | 3.91    | 13.60   |
| Schwefels. Natron und Kali . . | 3.67    | 12.78   |
| Schwefels. Magnesia . . . . .  | 2.80    | 9.75    |
| Wasser . . . . .               | 71.30   | 0       |
|                                | 100.00  | 100.96  |

Alle Erfahrungen welche über die Verbreitung und die oft so überaus merkwürdigen Lagerungsverhältnisse des Steinsalzes an der Erdoberfläche bekannt geworden sind, haben zu der Ansicht geführt dass das Steinsalz als *eine wirkliche Gebirgsart* zu betrachten ist. Diese Ansicht hat die Unterscheidung zwischen einem derben ursprünglich gebildeten und einem secundären d. h. solchem Steinsalz nothwendig gemacht, welches entweder auf seiner primitiven Lagerstätte umgebildet worden, oder auf ganz neuen, oft von der ursprünglichen entfernten und mit dieser in keinem nothwendigen Verhältniss stehenden Lagerstätten entstanden ist.

Bei dem ursprünglich gebildeten Steinsalz, der eigentlichen Gebirgsart, zeigen sich nicht selten solche Lagerungsverhältnisse, d. h. solche räumliche Beziehungen zu den andern Gebirgsarten, welche dasselbe einschliessen, dass die Entstehungsgesetze geschichteter Gebirgsarten, auf solches Steinsalz entweder gar keine oder nur eine höchst gezwungene Anwendung finden können <sup>1)</sup>.

Das derbe ursprünglich gebildete Steinsalz nähert sich von Seiten seiner chemischen Constitution am Meisten dem reinen Chlornatrium, und wenn auch eine Einwirkung der durch Wasser herbeigeführten schwefelsauren Kalkerde, auf das Steinsalz unmittelbar bei, oder sogleich nach der Entstehung desselben sich einstellte, die niemals an der Peripherie der Steinsalzlagerung gefehlt haben wird, so kommt doch in dem Innern des derben Steinsalzgebirges ein Gehalt an schwefelsauren Salzen nicht vor.

Das Steinsalz von secundärer Lagerstätte zeigt dagegen eine niemals fehlende mehr oder minder starke Beimengung von salzsauren und schwefelsauren Erden, und zerfällt in 2 naturgemässe Abtheilungen, 1) solches welches Chlorcalcium und Chlormagnium aber dann keine schwefelsauren Salze und 2) solches welches kein Chlorcalcium sondern schwefelsaure Salze neben Chlormagnium, zuweilen auch Glaubersalz enthält. Von diesen Praemissen von geologisch folgereicher Bedeutung, so wie von dem, durch die vorstehende Analyse gegebenen Bilde der Zusammensetzung des Urmiasewassers ausgehend, zeigt sich dass dasselbe als die beinahe concentrirte Auflösung eines Steinsalzes von secundärer Lagerstätte und zwar derjenigen Abtheilung zu betrachten ist, deren Salz durch Chlormagnium und schwefelsaure Talkerde verunreinigt ist.

1) Das Steinsalzgebirge von Cardona. Dufrénoy ann. des mines 3-eme serie II. 21. Das Steinsalz von Bex. v. Buch. Poggend. ann. III. 73. Das Steinsalzgebirge in Schwaben. Karsten, Salinenkunde. I. p. 308.



Ein Hinblick auf die geologischen Verhältnisse der Urmiasseeumgebung wird die Herkunft jenes Salzes schnell erkennen lassen.

Das flache Becken des wenig tiefen Urmiasees, welches sich längs des westlichen Abhanges kahler und niedriger Gebirge erstreckt, die als Glieder der Zagros-Erhebung südöstlich in das kurdistanische Alpenland hinüberführen, hat keinen Abfluss, obschon es bei einem Wasserspiegel von 4378 engl. Fuss <sup>1)</sup> über dem Meeresniveau die Flüsse und Bäche der ganzen Westhälfte der hohen Plateaulandschaften von Azerbeidjan empfängt.

Das Vorkommen des Steinsalzes in den Vorbergen der Gebirgsketten und Gebirgssysteme welche das Innere von Persien einschliessen, findet als Folge eines Naturgesetzes von allgemeiner Gültigkeit auch seinen Ausdruck in Azerbeidjan. Daher der bekannte Salzreichtum dieser nördlichsten Provinz von Persien, daher die salzige Beschaffenheit vieler Flüsschen und Bäche, welche von mehreren Seiten dem Urmiassee das Salz zuführen, was ihre Wasser eben so gut vom Steinsalz auf primitiver wie auf secundärer Lagerstätte aufgelöst haben können.

Bekannt sind die ergiebigen Steinsalzgruben welche in geringer Entfernung vom See nicht weit von den berühmten Marmorquellen bei dem Dorfe Daschgesan <sup>2)</sup> noch innerhalb der Vorberge des Sahandgebirges auftreten an dessen ursprünglichem, von Trachytkegeln durchbrochenem geognostischen Bau paläozoische Formationen neben jüngeren Theil nehmen <sup>3)</sup>. Sehr begründet erscheint die Vermuthung, dass dieses Steinsalz ein und derselben Formation von sehr bedeutender Ausdehnung angehört. Es wäre dasselbe somit als ein Glied in der grossen Kette gleichartiger Bildungen aufzufassen, welche die Wirkungen gleichzeitiger Erhebungen sind, wodurch die geologische Entwicklung der Gebirgsparellen des Zagrossystems innerhalb der Molassenperiode vollendet wurde <sup>4)</sup>.

Bei aller Dürftigkeit unserer geognostischen Kenntniss dieser mächtigen Parallelketten von Luristan welche die Richtung und Lage des persischen Golfs bestimmen steht das durchgreifende Verhandensein des Steinsalzes als Gebirgsart innerhalb des Zagrossystems eben so ausser Zweifel wie dasselbe längs dem Fuss der Elbruz und Hindou Koh Gebirgsketten am Nordrande des iranischen Plateaulandes mit seiner grossen Salzwüste zwischen Teheran und Mesched.

Ainsworth beweist dasselbe Vorkommen im ganzen Querdurchschnitt des Zagrosgebirges zwischen Abusheer, Schiras und Kerman grade in dem Meridian wo der fortdauernden Niveauveränderungen unterliegende Salzsee Backtegan oder Derja i Nemek zwischen 29°, 30' der Breite südlich von den Ruinen von Persepolis eine Wiederholung des Urmiasees im 37°, 38' lati. im kleineren Maasstab darstellt <sup>5)</sup>.

1) Nach den hypsometr. Bestimm. des Herrn Khanykhof. Guguertchine kala 4378. Sououdji-boulak 4418 engl. F.

2) Ker-Porter, travels II. 243. 396. M. Wagner II. 85.

3) Czarnotta Jahrb. d. K. K. Reichsanstalt, 1832. III. No. 2. p. 111.

4) Kennet. Loftus l. c.

5) Ousely travels in the East more particular Persia. 1819. II. 168.



Die Ansicht Ainsworth's, dass die Gebirgsformation tertiär sei, welche die Steinsalzberge von Darab und Yezd auf der Nordostseite und die von Dalaki nebst dem Salzgebirge Kouh i Nemek zwischen Schiras und Firuzabad auf der südwestlichen Seite der Zagrosketten einschliesst, findet nach meinen Untersuchungen sowohl Anwendung auf die Steinsalzformation in der Urmiasseenumgebung, wie auch auf die, welche weiter nördlichen Gebirgserhebungen angehören, durch welche die Quellengebiete und Flussläufe des Araxes und Euphrat bestimmt und begrenzt werden.

Die palaeontologische Facies eines gelblichen marmorartigen Kalksteins der innerhalb der ganzen Umgebung des Urmia-Sees in mächtiger und felsiger Entwicklung erscheint und auch den Grundbau seiner bedeutenden Felsinseln bildet, führt dieses Gestein, meinen bald mitzutheilenden Untersuchungen zufolge, in ein und denselben geognostischen Horizont mit der mittleren Meeresmolasse von West-Europa.

Die Verbreitung der schönen marmorartigen, Foraminiferen reichen Kalke der Urmiasseenumgebung und diejenige den letzteren verwandter thonreicher Kalke mit übereinstimmenden Fossilien, ist von mir im Chanat von Maku wie zwischen Erzerum und Aschchala auf dem Wege nach Erzincan erkannt worden. Aequivalentbildungen an vielen Stellen des westlichen Kleinasiens sind durch die Mittheilungen des Herrn v. Tschihatschef unzweifelhaft gemacht worden.

Ein tieferes Eingehen auf die geologischen Verhältnisse, unter welchen das Steinsalz weiter nördlich in Armenien auftritt, läge hier nahe. Die geologischen Beziehungen würden anzudeuten und zu erörtern sein, unter welchen dieses Vorkommen zumal innerhalb des Araxes-Thales bei Nachitschevan, Gerger, Kulpi und Kagisman, sich zu trachytischen Eruptivgesteinen und deren regelmässig geschichteten Trümmerbildungen befindet, welche durch rothe stark eisenschüssige Sandsteine allmählig in auflagernde bunte Mergel überführen, die als Fundamentalschichten heller Mergel und Salzthone mit Steinsalz, viel krystallinischen Gyps und schwefelsaures Natron, aber kein Chlornatrium, enthalten.

Der specielle Zweck des gegenwärtigen Aufsatzes weist demselben indessen Gränzen an, welche die Entwicklung dieses Gegenstandes von umfassender geologischer Bedeutung nothwendig zu weit überschreiten müsste. Mit der Absicht, an einem geeigneteren Orte bald umständlich auf dieses Thema zurückzukommen, wende ich mich mit einigen Schlussbemerkungen noch einmal zum Urmiassee zurück.

Der, wie ich glaube, aus dem Vorstehenden sehr wahrscheinlich gewordene Satz, dass das Urmiasseewasser als eine concentrirte Auflösung von Steinsalzmassen zu betrachten ist, die entweder in der Nähe des Sees oder gar unter demselben vorhanden sind, regt die Frage an, ob hier nicht vielleicht der Bildungsprocess eines neuen secundären Steinsalzlagers noch in der Gegenwart vor sich geht? Auf den ersten Blick scheinen die wesentlichsten Bedingungen für diese Annahme in der fortwährenden, wenn auch verhältnissmässig nur schwachen Hinzuführung neuer Salzquantitäten durch die aus der Ferne kommenden Flüsse gegeben; unter diesen ist der Adji-tschai, der die salzhaltige Ebene im Südwesten des Sabalansystems durchströmt und mit einem zweiten ihm parallel laufenden Salzflusse, ohnweit der Halbinsel Schahi, das Ost-



ufer des Urmiasees erreicht, der wichtigste. Andere von Norden dem See zugeführte Salzbäche gesellen sich ihm zu, möglicher Salzquellen auf dem Seeboden selbst nicht zu gedenken<sup>1)</sup>.

Aus den vorhandenen geognostischen Beweisen eines grösseren Areals welches der See in jüngerer Zeit besessen hat, wird es allerdings glaublich, dass der Effect der Verdunstung, der durch künstliche oder natürliche Veranlassung bedeutende Schwankungen erleiden kann, denjenigen des Zuflusses continuirlich übertreffe und somit eine Ausscheidung von krystallinischem Chlornatrium auf dem Seeboden nothwendig stattfinde.

Auf der andern Seite bietet das noch immer mässige Mengenverhältniss in dem sich die Salze der Bittererde zu dem Chlornatrium im Seewasser befinden, chemische Gründe dar, welche der obigen Vorstellung eines continuirlichen Salzabsatzes auf dem Seeboden weniger günstig sind. Als Folge dieses Absatzes würde man in der chemischen Constitution des heutigen Urmiaseewassers eine Annäherung an die Zusammensetzung der Mutterlauge (unter pg. 25) erwarten müssen, wovon dasselbe zur Zeit noch weit entfernt ist.

Bei dem Mangel aller übrigen, für die Lösung der hier berührten Frage nothwendigen Beobachtungen, die sich namentlich auf die Untersuchung der Beschaffenheit des Seebodens selbst richten müssen, rath indessen die Gefahr, sich in ein Gebiet unfruchtbarer Hypothesen zu verlieren, den Gegenstand vor der Hand auf sich beruhen zu lassen.

Zulässiger und für Vergleiche brauchbarer erscheint es dagegen durch Anwendung der, vermittelt der Analyse gewonnenen Werthe und auf Grundlage der Berechnung zugänglicher Raumverhältnisse, sich ein annäherndes Bild von der Quantität festen wasserfreien Salzes zu verschaffen, welches der Urmiasee gegenwärtig etwa in Auflösung enthält.

Aus dem specifischen Gewichte des Urmiaseewassers von 1.175 und des durch Abdampfung dieses Wassers erhaltenen und hierauf geschmolzenen Salzes von 2,259 bei 15° R. folgt, dass das in einer Wasserschicht von 1 pr. Fuss Höhe enthaltene Salz einer Schicht von 1.378 pr. Zoll Höhe festen Steinsalzes von dem so eben angegebenen specifischen Gewicht entsprechen würde. Durch Rechnung findet sich die Oberfläche eines Vierecks, zwischen 37° 30' und 38° 30' nördl. Breite und 63° 30' bis 64° 30' östl. Länge, gleich 8544.7 Quad.-Werst, oder 176,59 geogr. Quadrat-Meilen. Auf Grundlage der Contouren, mit welchen Herr Kiepert auf seiner neuesten Karte von Nordpersien<sup>2)</sup> den Urmiasee verzeichnet, giebt die Anwendung der Wägungsmethode das Verhältniss zwischen den Oberflächen eines Vierecks von den so eben angegebenen Dimensionen und des Urmiasee's wie 1:0.4622. Demzufolge ist die Oberfläche des See's 4118,5 Quadrat-Werst, oder 81.61 geogr. Meilen. Eine Wasserschicht von 1 Fuss Höhe, deren Basis dem Areal des Urmiasee's gleich sein würde, enthält somit 5238373254 pr. Cub.-Fuss Salz, dem Volumen nach einem Steinsalzwürfel von 1736.7 pr. Fuss oder 1788.1 engl. Fuss entsprechend. Monteith, der mehrere Jahre an den Ufern des Urmiasees verlebte und

1) Loftus, quarterly Journal. Aug. 1855. No. 43. pag. 307.

2) Karte der Kaukasus-Länder mit den angränzenden türkischen und persischen Provinzen Armenien, Kurdistan, Azerbeidjan von Kiepert 1854.



denselben nach allen Richtungen beschiffte, redet von der grossen Seichtigkeit desselben und hebt die terrassenförmig zunehmende Tiefe des See's gegen Osten hervor. Nach Monteith's Messungen vertieft sich der See vom Westufer ab, aber sehr allmählig und mit terrassenförmigen Absätzen von 3 Fuss bis 8, 12, 18 und 22 Fuss, welche Tiefe innerhalb der ganzen südlichen Hälfte des See's, wo der Boden desselben ganz eben ist und aus weichem oder härterem Thon bestehen soll, das Maximum darstellt. Die grösste Tiefe des See's fand Monteith in der nördlichen Hälfte desselben zu 45 Fuss. Will man, in Uebereinstimmung mit diesen Angaben, die Darstellung Rawlinson's von einer mittleren Tiefe des Urmiassee's von 12 Fuss gelten lassen, so dürfte die Annahme der Wahrheit vielleicht am nächsten kommen, wonach das Volum des Urmiasseewassers einer Wasserschicht von der Oberfläche des Sees und 8 Fuss verticaler Höhe gleichzusetzen ist. Unter dieser Voraussetzung würde die vollständige Ausscheidung des im Urmiassee aufgelösten Steinsalzes die vorhin berechnete Salzschrift von 1,378 Zoll auf 11,024 Zoll erhöhen und im Gesamtvolum einen Würfel von 3473,5 pr. Fuss oder 3576,7 engl. Fuss darstellen können.

Diese nur auf den ersten Blick überraschende Grösse erscheint völlig naturgemäss, sobald man mit der Auffassung des Steinsalzes als Gebirgsart die absolute Grösse des Antheils berücksichtigt, den dasselbe an dem geologischen Baue der Mehrzahl der Gebirge aller Welttheile überhaupt zu nehmen pflegt. In Vergleich zu den mächtigen Steinsalzstöcken, welche innerhalb der Randgebirge der westlichen Stufenländer des iranischen Hochlandes längs des Nord- und Südabfalles jener grossen Gebirgsketten bereits bekannt geworden sind, ist die Salzmenge des Urmiassees nur als eine mässige Grösse zu betrachten. Noch kleiner wird diese Grösse z. B. im Verhältniss zu den Steinsalzmassen welche auf beiden Seiten der grossen Massenerhebung des Himalajah gleichsam in Spalten aufgestiegen zu sein scheinen — dahin gehört unter andern der Steinsalzreichthum der Salzketten von Kallabaugh <sup>1)</sup> im Süden des Himalajah; dieselben nehmen ihren Anfang im südöstlichen Theile von Kabulistan am 14.000 Fuss hohen Sufeid Koh; in ihrer Forterstreckung von NW nach SO werden sie vom Indus bei Kallabaugh durchbrochen, wo die Strasse auf langer Erstreckung in 100 Fuss hohe Steinsalzfelsen eingehauen ist, die aus dem blutrothen eisenschüssigen Terrain wild emporstarren.

Beginnend unter dem 68<sup>o</sup> der Länge, endigen diese Salzketten erst am Hydaspes unter 71<sup>o</sup> Länge. Nicht minder bedeutend und bedeutsam für die Entstehungsweise des Steinsalzes überhaupt ist das Vorkommen dieses Mineral's längs der nördlichen und südlichen Ränder des Karpathen-Gebirges; gewissermassen die europäische Salzkette, welche nahe dasselbe Streichen wie die indische Salzkette besitzt. Den entblössten, Meilen lang fortziehenden Salzbergen Siebenbürgens <sup>2)</sup>, welche Thäler einschliessen mit steilabstürzenden mehrere 100 Fuss hohen Wänden von reinem Steinsalz, entsprechen die in der Tiefe verborgenen mächtigen

1) Elphinstone, account of the kingdom of Cabul. new. ed. Lond. 1839. pag. 137 u. Tom. II. 50. — Burnes travels into Bokhara. Lond. 1834. Tom. I. pag. 50. Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde par d'Archiac et Jules Haimes. 1-ère livraison. 1853. pag. 173.

2) Karsten, Lehrbuch der Salinenkunde. Tom. I. pag. 519. — Fichtel, Geschichte des Steinsalzes und der Steinsalzgruben im Grossfürstenthum Siebenbürgen. Nürnberg 1780.



Steinsalzmassen, welche auf dem langen Zuge von Tyrawa Solna in Galizien bis zur Bukowina durch Bohrung erreicht, (Leonhard und Bronn neues J. für 1845 pg. 286) und bei 261 Fuss Mächtigkeit noch nicht durchsunken worden sind. So streicht als eine ungeheure Steinsalzmasse der Salzstock von Wieliczka unter der Erdoberfläche nach Art eines Gebirges fort. Die Steinsalzgrube zu Langro in Calabrien, in welcher 1200 Stufen immer im reinen Steinsalz abwärts führen, zeigt, dass das Steinsalz als Gebirgsart auch auf der Ost- und Westseite des Appennin nicht fehle <sup>1)</sup>).

Es sind dies geologische Verhältnisse, welche in den peruanischen und bolivischen Anden, die in Bezug auf Steinsalzreichthum von keinem andern Gebirge der Welt übertroffen werden, in noch grösserem Maassstabe auftreten.

Wie die tinkal- und steinsalzreichen Seen in Tibet und Ladakh, unter welchen der Teshu Lumbu ohne Zufluss, den Salzquellen nähren, der berühmteste ist <sup>2)</sup>, so bietet in den Anden der Salzsee von Titicaca, dessen Höhe mit dem Gipfel des kleinen Ararat in einem Niveau liegt, mit einer Länge von 218 englischen Meilen und einer Breite von 150 Meilen in steinsalzführendem palaeozoischen Gebirge eingesenkt <sup>3)</sup>, ein analoges Verhältniss wie der Urmiasee, wenngleich in gigantischem Maassstabe dar. Ebenso ist die Steinsalzmasse, welche zu Abingdon in Süd-Virginien von mittleren Silurschichten eingeschlossen wird, mit einer Mächtigkeit von 186 Fuss noch nicht durchbohrt worden. Hayden Silliman amer. Journ. XLIV. 173. Vanuxem ebendasselbst p. 280 und Featherstonhaugh excursion in the slaves states. Lond. 1844. I. 136.). Die ungeheuren Steinsalzablagerungen von Maynas an beiden Ufern des Huallaga <sup>4)</sup>, zwischen Maynas und Moyabamba, befinden sich auf secundärer Lagerstätte, wie das Steinsalz welches in festen Massen aus den Salzseen der Hochebene von La Paz gehauen wird. Andrews journey II 136. Das Steinsalz von Huaura auf dem Westabfall der bolivischen Anden (Poggendorf Ann. 18. p. 341) steht zu Trachytporphüren in ähnlicher geognostischer Beziehung wie die Steinsalz- und Natronsalpeter-Ablagerungen in der peruanischen Landschaft Tarapaca, dem nördlichen Theile der grossen bolivischen Küstenwüste von Atacama <sup>5)</sup>, zu andern krystallinischen Eruptiv-Gesteinen. Ich gedenke hier noch der Wahrscheinlichkeit eines genauen Zusammenhanges welcher die Steinsalzablagerungen auf eine Entfernung von 100 Meilen verbindet, die am Hek und zu Solikamsk parallel mit dem Ural in Tiefen niedersetzen, wofür in Iletzkaia Zastschita ein Aufhören noch nicht gefunden ist <sup>6)</sup>.

Mit der Erwähnung der Elton- und Bogdoseen <sup>7)</sup> im und auf Steinsalzgebirge beschliesse ich die Reihe von Parallelen, welche der am Eingange angedeuteten Ansicht das Wort reden,

1) Pilla, bulletin de la soc. géolog. de France VIII. p. 199.

2) Moorkroft, journey. London 1812. pag. 438. Turner, ambassade au Thibet et au Butan. II. 175.

3) Karsten, Lehrb. I. c. Tom. I. pag. 808.

4) Pöppig's Reisen in Chile und Peru. Tom. II. pag. 308. 336.

5) Karsten, I. c. p. 814. — Blake, biblioth. de Gen. XVI. pag. 133. — Amer. journ. Oct. 1840.

6) Murchison, Geology of Russia Tom. I. pag. 184. Erman, Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland. T. II. pag. 308.

7) Göbel, Reise in den Steppen des südl. Russland. I. p. 316.



burgk. I. p. 350. 437. II

3) Rillert's Erbk. IV. 24. 419. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000.



### III.

#### Ueber den Vansee und die Zusammensetzung seines Wassers.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass der heutige Van oder Ardjisch-See derselbe See ist, den Strabo in West-Arménien unter den Namen Mantianae anführt und den Ptolomaeus Arsene (Arsissa) nennt. Strabo sagt XI. 529. «Auch grosse Seen gibt es in Armenia; einer heisst Mantianae oder Kyaneane, das ist der meerblaue; er soll nach dem Palus Maeotis der grösste der salzigen Seen sein; er reicht bis Atropatia und hat auch Salzwerke.» Schon zu Ptolomaeus Zeiten gab die noch heut vorhandene Stadt Ardjisch *Αρσησα* dem See den Namen, und selbst die astronomischen Bestimmungen des Ptolomaeus sind für die Ermittlung der wirklichen Lage nicht ohne relativen Werth<sup>1)</sup>. Der Name Van entstand innerhalb der christlichen Zeitrechnung; die armenische Sage nennt einen König Van, der vor dem Einfall Alexanders M. in Vorderasien die damals schon verfallene Shemiramagerd die heutige Stadt Van wieder aufgebauet und mit seinem Namen belegt haben soll<sup>2)</sup>. Die bassinartige Einsenkung welche den Vansee einschliesst, liegt in der Mitte des hohen Plateaulandes, wo die Gebirgsparallelen des, vom südöstlichen Persien in der Richtung von SO—NW streichenden Zagrossystems<sup>3)</sup> mit denen des Taurussystems in einen grossen Gebirgsknoten zusammentreten; nach Ritter's naturgetreuem Ausdruck physiognomisch charakterisirt durch das Vorherrschen von Tafellandschaften, welche stufenförmig zwischen zahlreichen Parallelzügen aufsteigen. Der Ostrand dieser grossen Plateauerhebung führt die vom Zagrosgebirge nordwestlich heraufziehende Wasserscheide zwischen dem caspischen Meere und dem persischen Meerbusen durch das kurdistanische Alpenland in nördlicher Richtung gegen den Masis (Ararat). (Moses von Khorne I. c. 11. p. 33. — St. Martin, *mémoires historiques et géographiques sur l'Arménie* I. p. 48.) Der Nordrand, der als die eigentliche Mittel-Kette des Plateaus von Gross-Arménien mit dem Bingöel

1) Ritter's Erdk. T. IX. pag. 786. Gross-Arménien bei Ptolomaeus V. e. 13 Fol. 134.

2) Tschamscham Hist. d'Arm. T. I. pag. 121. Ritter's Erdk. I. c. p. 787.

3) Ritter's Erdk. T. IV. 38. 110. 131. Diod. Sic. II. 72. Strabo XI. 522. Polyb. V. 44; Plinius H. N. VI. 27. Zagros vom arabischen Ssaghar d. h. enger Pass zwischen hohen Bergen an der Gränze von Feindesland.



Quellengebiet von 10000 Fuss abs. Höhe zu bezeichnen ist, führt die Wasserscheide entschieden in die Richtung von O — W hinüber. Der Südrand wird durch den südlichsten Parallel des eigentlichen Taurus-Gebirges, das Masius-Gebirge (auch Hipotaurus genannt) gebildet, welches als westlichster Ausläufer des Zagros-Systems das Scheidegebirge zwischen Armenien und dem Tieflande Mesopotamien darstellt. — Ritters Erdkunde IX, 132. X, 76. Strabo XI, 522. Masius-Berg (Masu, d. h. Eichenwald). Justinus histor. XLI, 5.

Wie das Becken des Urmiasee's, dem von allen Seiten bedeutende Wassermengen zufließen, ein für sich bestehendes Wassersystem darstellt, welches keinen Ausfluss besitzt, so bildet auch der Vansee, im Norden durch das basaltische Nimrod-Gebirge von 10000 Fuss und das Trachyt-System des Sipandag von 12000 Fuss Höhe vom Quellengebiet des östlichen Euphratarmes geschieden, und im Süden durch die Schneeketten des Erdosch — den Niphates von Strabo — vom Kurdistanischen Alpenlande getrennt, ein abgeschlossenes alpines Bassin, dessen Wasserspiegel sich 5470 engl. Fuss über dem Meere befindet <sup>1)</sup>.

In der westlichen Verlängerung seiner, von O — W gerichteten Längachse erstreckt sich die eigentliche Haupt- und Centralkette des südlichen Taurus-Systems, (Azarah-dagh bei Ainsworth. (Ritter, l. c. T. X, p. 911), an dessen Nordfusse der östliche Euphratarm oder Muradtschai seinen westlichen Lauf durch drei Breitengrade, bis zur Vereinigung mit dem in südlicher Richtung fließenden Frat, fortsetzt.

Es ist das eigentliche Erzgebirge des Taurus mit einem Kern von Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, verbunden mit Kalkstein, Dioriten, Diallag und Serpentinegesteinen<sup>2)</sup>. Die ergiebigen Kupfergruben von Arghana und Kjeban-Maden, wie die Silberminen von Maden-Gümüş befinden sich in diesem taurischen Erzgebirge. Die geologischen Verhältnisse der taurischen Plateau- und Gebirgslandschaften in ihrem Zusammentritt mit dem Zagros-Gebirge sind bis jetzt nur noch unvollkommen erforscht worden.

Im Allgemeinen scheinen Flötzbildungen verbreitet mit vorherrschenden Kalksteinmassen, Mergeln, Sandsteinen und einem Diluvialboden, an dessen Zusammensetzung in vielen ausgedehnten Thalebenen, ursprüngliche wie regenerirte vulkanische Ablagerungen und Trümmerbildungen einen überwiegenden Antheil nehmen<sup>3)</sup>. Den Bemerkungen von Ainsworth und Taylor Thomson zu Folge wäre innerhalb des Centralgebietes der eigentlichen Taurusketten die unmittelbare Auflagerung einer jungen Kalksteinformation auf die plutonischen und metamorphischen Gebirgsarten fast gar nicht durch Zwischenlagerung palaeozoischer oder jurassischer Schichten unterbrochen.<sup>4)</sup> Indessen haben ich und Andere seitdem die Mitwirkung palaeozoischer Gebilde an dem Grundbaue der armenischen und iranischen Massenerhebungen in ausgedehntester Weise erkannt. Es steht fest, dass die vulkanischen Systeme

1) Brant, Notes on a journey through a part of Kurdistan. 1838. in journal of the geogr. soc. of London. 1841. Vol. X. P. III. p. 341—342.

2) Ainsworth, Assyria, Babylonia and Chaldea. 1838. p. 267.

3) Ritter, T. X. p. 910. — Kennet Loftus, l. c. p. 313. Section from Bayazid to Ardjish.

4) Journ. of the oyr. geogr. soc. of London. 1838. Vol. VIII. 1. p. 113.



des Ararat, des Sabalan und des Demavend auf den Randgebirgen dieser Plateauländer ein und demselben geognostischen Horizonte angehörige devonische und Bergkalkschichten durchbrochen und wie am Ararat mit doleritischen und trachytischen Laven überströmt haben. Es sind dieselben versteinungsreichen Schichten die ich in wildester Aufrichtung und Störung mit dem auflagernden Kreide- und Nummuliten-Terrain eben so im Arpatschai-Thale<sup>1)</sup>, im Inneren des Daralagez südlich vom Goktschai'see, gefunden habe, wie sie mit unverändertem Streichen von SW—NO, das Araxesthal quer durchsetzend, im engen Thale der Sudja-daghi, am Vereinigungspunkte des Araxes mit dem Aghtschai zwischen den Klöstern Karmir-wank und Surb-Stepan, auftreten und daselbst von der Molasse überlagert, ihre weitere südwestliche Fortentwicklung in der Richtung von Khoi erkennen lassen.

Verbinden sich diese Wahrnehmungen nun noch mit denjenigen die wir Ainsworth<sup>2)</sup> und den Untersuchungen von P. Tschihatschef über die Geologie des waldreichen cilicischen Taurus im Westen der Wasserscheidehöhen zwischen dem Euphratgebiet und den cilicischen Küsten-Flüssen<sup>3)</sup> verdanken, so kann es kaum mehr zweifelhaft sein, dass erweiterte Untersuchungen bald den durchgreifenden Antheil nachweisen werden, den palaeozoische Formationen an dem Grundbau der grossen Plateauländer des mächtigsten Gebirgsknotens von Kleinasien nehmen, auf dessen westlichem Abhange die tiefe Einsenkung des Vanseebeckens eine so bedeutsame Stelle einnimmt. Durch Schulz's Bemerkungen<sup>4)</sup>, und die vollständige Umreisung des Vansee welche Brant ausführte, insbesondere aber durch die jüngsten Mittheilungen von William Kennet Loftus<sup>5)</sup> ist es bewiesen, dass diese Einsenkung in einem sehr zusammengesetzten stark dislocirten Terrain stattgefunden hat, an dessen Bildung Nummulitenkalksteine und jüngere Schichten einen wesentlichen Antheil nehmen. Auch die Inseln Agthamar, Arder, Limn und Gdutz bestehen aus dichtem Kalkstein, über dessen Alter aber die Angaben fehlen. Nach diesen Vorbemerkungen wende ich mich nun zu einer näheren Untersuchung der Natur des Wassers, welches das Becken des Vansee's füllt, dessen Oberfläche den Grössenverhältnissen zu Folge, womit die neueste Karte der Kaukasusländer von Kiepert von 1854 diesen See verzeichnet, einen Flächenraum von 3359 □-Werst oder 66,56 geographischen □-Meilen einnimmt.

Unter den Zuflüssen welche der Vansee theils von den in seiner nächsten Umgebung aufsteigenden Gebirgen, theils durch die Flüsse von entfernter gelegenen Quellsystemen empfängt, sind die bedeutendsten: Am Südufer der Bitlistschai, der im Demirdag (Eisenberg) entspringt, der Whastantschai, der Anjeltschai; am Ostufer der Kuschab, von den Alpenhöhen Alibaugh

1) Nicht zu verwechseln mit dem auf türkischem Gebiet nördlich von Alexandropol entspringenden Arpatschai oder Akurean.

2) Ainsworth, l. c. 1. p. 20.

3) Journal de la soc. géol. de France. T. VIII. p. 388. u. T. XI. p. 402.

4) Saint-Martin, Notice sur le voyage littéraire de M. Schulz en Orient. Journal asiatique. Paris 1828. T. II. p. 161—188. — Fr. Ed. Schulz, Mémoire sur le lac de Van et ses environs, im Journal asiatique. Paris 1840. Avril, Mai, Juin, p. 260—323.

5) Brant, l. c. — Kennet Loftus, l. c. p. 310—323.



kommend wo auch die Zabquellen liegen, der Schamiramsu, der Kharatschai, der Bendi-Mahisu, der in der Nähe der Stadt Bajazid entspringt. Am Nord- und Westufer fließen <sup>1)</sup> nur zahlreiche Bäche in den See. Die Angaben über die Natur des Wassers lauten widersprechend. Monteith <sup>2)</sup> nennt das Wasser sehr salzig und bitter; er bezeichnet den Seespiegel als schön blau, an mehreren Uferstellen schwarz, und giebt dem See eine bedeutende Tiefe ohne Tiefenmessungen anzugeben. Southgate <sup>3)</sup> fand das Seewasser brackisch, nicht übel schmeckend, und versichert seinen Durst damit gelöscht zu haben. Brant dagegen fand es ganz salzig <sup>4)</sup>. Nach Jaubert sollen die Wasser des Sees alljährlich weiter in das Land eingreifen, dadurch das Culturland sehr schmälern und den Raum der Vorstädte von Van und Ardjisch ungemein verengen <sup>5)</sup>. Brant bestätigt diese Behauptungen nicht; er führt an dem Südufer des Sees Alaun-efflorescenzen in der Nähe der Mündung des Anjeltschai an und sagt, dass bei dem Dörfchen Arin, am Nordufer des Sees, Soda gesammelt wird, was auf Efflorescenzen von kohlsaurem Natron zu deuten scheint. Die Differenzen in allen diesen Angaben sprechen dafür, dass ein mittlerer normaler Salzgehalt im See durch die Zuflüsse von süßem Wasser locale Abänderungen erleidet und dass periodische, von den Einflüssen der Jahreszeiten nicht abhängige Niveauveränderungen, wie sie bei einem Binnensee ohne Abfluss zu erwarten, auch dem Vansee nicht fremd sind. In biologischer Beziehung ist der Vansee noch ziemlich unbekannt. Jaubert, Monteith und Brant bestätigen die Aussagen älterer Autoren wie Ebn Haukal und Abulfeda, indem sie der einträglichen Fischerei gedenken, die zwischen März und Mai auf eine Sardellenart betrieben wird, welche Teraa oder Taring genannt wird und in grossen Schwärmen den See bewohnt.

Die chemische Natur des Vanseewassers ist erst neuerlich durch Chancourtois <sup>6)</sup> bekannt geworden, auf dessen Analyse ich nach Angabe der Untersuchungen zurückkommen werde, die von mir über die Zusammensetzung des Vanseewassers vor einiger Zeit angestellt worden sind.

Auch das Material für diese Untersuchungen verschaffte mir die dankenswerthe Bereitwilligkeit, womit Herr Khanykof von Tebris aus Mittel gefunden hat, mir den Empfang einer hinreichenden Quantität vom Wasser des Vansees zu ermöglichen. Nachdem eine bereits im Jahre 1854 nach St. Petersburg abgeschickte Sendung des Wassers das Ziel ihrer Bestimmung nicht erreicht hatte und als verloren betrachtet wurde, langte im Jahre 1855 eine zweite Sendung an. Sie enthielt zwei Flaschen vom Seewasser, wohl verschlossen in zugelötheten Blechkapseln. Ein eigenhändiges Schreiben des armenischen Katholikos von Van verbürgte die Aechtheit des Wassers und bezeugte, dass dasselbe nach Vorschrift bei Van

1) Mit Ausnahme zweier kleinen Flüsse westlich und östlich von Ardjisch.

2) Monteith journal of a tour through Azerbeidjan and the shores of the Caspian 1832, journal of the geogr. soc. of London. 1834. Vol. III. p. 50.

3) Louthgated travels in Turkey and Persia. London 1840. I. p. 229.

4) Brant, l. c. — Ritter, l. c. p. 289.

5) Am. Joubert, Voyage en Arménie et en Perse dans les années 1803, 1806. Paris 1821. p. 138.

6) Chancourtois, Note sur la nature des eaux du lac de Van et la natron qu'on en retire. L'institut XII. p. 402.



geschöpft und dem von Herrn Khanykof gesendeten Boten eingehändigt war. Von Tebris wurde mir dasselbe ohne Aufenthalt nach St. Petersburg zugeschickt. Der Zufall wollte, dass auch die erste, für verloren gehaltene Sendung bald nach der zweiten eintraf und von mehreren unterwegs durch Frosteinwirkung verunglückten Flaschen eine nicht ganz volle unversehrt geblieben war. Das Wasser der ersten Sendung war von keiner Angabe des Orts und der Umstände, wo und unter welchen dasselbe geschöpft worden, begleitet. — Nichts destoweniger fand ich das specifische Gewicht des Wassers in sämtlichen Flaschen beider Sendungen sehr nahe übereinstimmend. Bei  $15^{\circ}$  R. hatte das der ersten Sendung 1.01750, das der zweiten 1.0194. Chancourtois fand das s. G. des von ihm geschöpften und nach Paris gebrachten Wassers bei derselben Temperatur  $19.5^{\circ}$  C. = 1.0188, also genau das Mittel aus meinen Bestimmungen.

Das Wasser in den drei Flaschen besass bei ziemlich klarer Beschaffenheit eine leichte Färbung in das Rosenrothe, ähnlich einer schwachen Lösung von schwefelsaurem Manganoxydul; es war von fadem, etwas widerlichem Geschmack. Die qualitative chemische Untersuchung führte zu folgenden Wahrnehmungen: Während des Abdampfens im Wasserbade trübte sich die Vansee-Flüssigkeit; ein flockiger Niederschlag bildete sich unter fortwährender Vermehrung bis zur Vertreibung des grössten Theiles des Wassers. In verdünnter Salzsäure unter Brausen gelöst, zeigte sich dieser Niederschlag zusammengesetzt aus Talkerde mit einem geringen Antheile beigemengter Thonerde und Spuren von Kieselerde.

Nachdem ferner noch die Gegenwart des Chlornatrium, Glaubersalz und kohlensauren Natron als Hauptbestandtheile der festen Verbindungen im Wasser nachgewiesen worden, bewirkte ich die Trennung dieser Stoffe auf folgende Weise. Zur directen Bestimmung der Kohlensäure wandte ich die Zersetzungsmethode mittelst des von Geissler zweckmässig modificirten Apparates <sup>1)</sup> auf verschiedene Quantitäten des scharf getrockneten, durch Abdunstung aus dem Vanseewasser erhaltenen Salzes an und hielt mich an das arithmetische Mittel aus einer Reihe unter sich nahe übereinstimmender Analysen. Eine indirekte Bestimmung der Kohlensäure basirte ich auf Uebertragung derselben an Barytsalze. Eine Controlle für die auf diesem Wege erhaltenen Resultate gewährte die gesonderte Bestimmung des Chlor und der Schwefelsäure in Verbindung mit der effectuirtten Verwandlung sämtlicher Natronsalze in schwefelsaures Natron; der auf diesem Wege durch Berechnung gefundene Kohlensäuregehalt musste mit dem durch die unmittelbare Bestimmung erhaltenen übereinstimmen.

Aus der vollständig durchgeführten Analyse einer Quantität des Vanseewassers von 223,05 grm. erhielt ich als Resultat der Zusammensetzung die folgenden nach den bisher befolgten Grundsätzen zusammengestellten Werthe.

Unter a sind wie früher die für sich besonders bestimmten Elemente, unter b die aus denselben durch Berechnung erhaltenen Verbindungen und unter c die Zusammensetzung des Wassers nach 1000 Theilen verstanden.

1) Fresenius, Quantitative Analyse. p. 241.



|                    | a.              |       | b.     |                         | c.               |
|--------------------|-----------------|-------|--------|-------------------------|------------------|
| Schwefelsäure . .  | = 0.4204        | NaS̄  | 0.5770 | = 0.2524 Na + 0.3243 S̄ | = 2.5868         |
| Kohlensäure . . .  | 0.5563          | NaC̄  | 1.2130 | 0.7110 Na               | 0.5018 C̄        |
| Chlor . . . . .    | 1.0889          | NaCl̄ | 1.8081 | 0.7141 Na               | 1.0940 Cl̄       |
| Natron . . . . .   | 1.9246          | MgC̄  | 0.0908 | 0.0284 Mg               | 0.0624 C̄        |
| Kali . . . . .     | 0.0652          | KaS̄  | 0.1206 | 0.0652 Ka               | 0.0554 S̄        |
| Magnesia . . . . . | 0.0484          | MgS̄  | 0.0595 | 0.0198 Mg               | 0.0397 S̄        |
| Thonerde . . . . . | 0.0182          | Al̄   | 0.0182 |                         |                  |
| Wasser . . . . .   | = 218.9300      |       | 3.8872 | 1.7909                  | 2.0776           |
|                    | <u>223.0540</u> |       |        | <u>3.8785</u>           | <u>982.6579</u>  |
|                    |                 |       |        |                         | <u>1000.0000</u> |

Den vorstehenden Resultaten zu Folge sind in dem von mir untersuchten Vanseewasser 1.73 % eines Salzgemenges von folgender Zusammensetzung im wasserfreien Zustande aufgelöst:

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| Schwefelsaures Natron . . . . .   | = 14.84 |
| Kohlensaures Natron . . . . .     | 31.20   |
| Chlornatrium . . . . .            | 46.54   |
| Dopp. kohlen. Magnesia . . . . .  | 2.33    |
| Schwefelsaure Magnesia . . . . .  | 1.50    |
| Schwefelsaures Kali . . . . .     | 3.10    |
| Thonerde und Kieselerde . . . . . | 0.44    |
|                                   | 99.95   |

Zum Vergleich schliesse ich hier die Resultate der Analysen des Vanseewassers von Herrn Chancourtois an. Unter a sind diejenigen des Seewassers auf 100 Theile berechnet und unter b die Zusammensetzung eines Salzes angegeben, welches auf dem Bazar von Van unter dem Namen perek <sup>1)</sup> verkauft wird.

|                                    | a.      | b.                       |
|------------------------------------|---------|--------------------------|
| Kochsalz . . . . .                 | = 0.938 | 29.12                    |
| Glaubersalz . . . . .              | 0.333   | 17.63                    |
| Schwefelsaures Kali . . . . .      | 0.055   | 28.45                    |
| Halbkohlensaures Natron . . . . .  | 0.861   | 40.20                    |
| Halbkohlensaure Magnesia . . . . . | 0.055   | 1.13                     |
| Erdige Theile . . . . .            | 0.018   | 0.15                     |
| Wasser . . . . .                   | 97.740  | 8.91                     |
|                                    | 100.000 | 125.59 (?) <sup>2)</sup> |

1) Kennet Loftus, l. c. p. 320.

2) Chancourtois, l. c.



Ueber das Salz unter b giebt Herr Chancourtois nachfolgende erläuternde Notizen:  
 «Les habitants de Van font évaporer l'eau du lac dans de petits bassins, et le sel produit ainsi leur sert à faire du savon, dont la fabrication s'exécute dans chaque maison avec de l'huile d'olive et de la chaux.

«Le sel, tel qu'on le vend au bazar de Van, présente des croûtes cristallines minces très friables, superposées les unes aux autres jusqu'à une épaisseur de 5 ou 6 centimètres et salies pour la plus grande partie par la terre des bassins. On y distingue presque toujours de petits cristaux cubiques de sel marin enchassés dans les couches amorphes d'autres sels; la masse attire l'humidité de l'air, mais sans être aucunement déliquescence.»

Durch die vorstehenden Untersuchungen ist nun der Vansee in der That ganz unerwartet aus der Reihe der eigentlichen Salzseen in eine Parallele mit den Natronseen von Ungarn<sup>1)</sup> und Unterägypten<sup>2)</sup> geführt worden, welche um so interessanter ist, da der Vansee, von Seiten der chemischen Natur seines Wassers, im grossen Maassstabe auf eine Wiederholung derselben Bildungsgesetze deutet, welche längs des südöstlichen Fusses des Systems beider Ararate jene Reihe von Natronseen hervorgerufen haben, die von mir beobachtet und Tom. V. № 8 des *Bullet. de la cl. phys.-math.* beschrieben worden sind.

Es finden sich diese Seen, (Siehe die Karte Tab. I.) am Rande der doleritischen Lavenströme, welche vom grossen und kleinen Ararat ausgehend, grosse Flächenräume der flachen Thalebene des Araxes einnehmen; sie werden auf der rechten Seite dieses Flusses eben so durch die Verzweigungen jener Lavenströme, wie durch die im Süden von Korvirab inselartig aus der Ebene auftauchenden Felskämme kalkreicher palaeozoischer Bildungen von einander getrennt. Das Salz, welches diese kleinen Seen in Auflösung enthalten, ist von der Natur der Salze der gewöhnlichen Bittersalzseen in Grusien sehr verschieden; in seinen Hauptgemengtheilen zeigt es qualitative Uebereinstimmung mit dem Salz der ungrischen und ägyptischen Natronseen, des Urao von Venezuela<sup>3)</sup> wie des Vansee. Bald ist das Glaubersalz der überwiegende Gemengtheil, bald herrscht kohlen-saures Natron, bald Chlornatrium vor. Das Salz welches sich im Sommer aus dem See von Taschburun<sup>4)</sup> am nördlichen Fusse des Ararat durch freiwillige Verdunstung abscheidet hat eine grosse Aehnlichkeit mit dem perek vom Vansee und ist ebenso zusammengesetzt wie das letztere. In ganz ähnlichen quantitativen Verhältnissen treten aber dieselben Verbindungen auch in den salinischen Efflorescenzen zusammen, die vorzugsweise auf solchen Stellen der Araxes-Ebene in grosser Fülle zum Vorschein kommen, welche der künstlichen Bewässerung und somit der Cultur weniger zugänglich, von Steppenkräutern bedeckt sind, die durch Einäscherung eine Soda von ausgezeichnete-r Güte liefern.

Um nun einige hier anzuknüpfende Betrachtungen über die Bedingungen, welche die Natronseen grade an diesen Stellen Kleinasiens hervorgerufen haben, auf Thatsachen stützen zu können,

1) Beudant, Voyage en Hongrie. T. II. p. 333. T. III. p. 237.

2) Russegger, Reisen in Europa, Asien und Africa. T. I. p. 186.

3) Cordier, Ann. d. Ch. et d. Phys. XXXI. 270. 276.

4) Bulletin phys.-math. T. V. № 8.



sehe ich mich veranlasst hier noch einmal auf die eigenthümlichen Producte des Natronsees am Gûsgündag <sup>1)</sup> im Chanat von Maku zurückzukommen, der durch seine tiefrothe Färbung, die bis in das Purpurrothe geht, so ganz an verwandte Phaenomene erinnert, wie sie Russegger Vol. I. pag. 285 beschreibt. Das im Monat Juli aus diesem See geschöpfte Wasser besass die Farbe einer concentrirten Auflösung von schwefelsauerem Manganoxydul und übertraf durch sein specif. Gewicht von 1.2791 noch dasjenige der concentrirten Laugen von 1.2394, aus welchen in der Nähe der Natronseen in Unter-Aegypten das Tronasalz (Sesquicarbonat oder anderthalb kohlensaueres Natron) durch Krystallisation gewonnen wird <sup>2)</sup>. Die Zusammensetzung, welche meine Untersuchungen für das wasserfreie Doppelsalz nachgewiesen hatten, was sich von der Oberfläche ab auf den Grund dieser Seen in schweren Krusten von bedeutender Festigkeit, starke Schichten bildend, absetzt, zeigte sich in dem bisherigen Erfahrungskreise über Doppelsalze so ganz ohne Analogie, dass es mir nöthig schien durch eine sorgfältige Wiederholung jener Analysen die Thatsache einer wasserfreien wirklich krystallinischen Verbindung von kohlensauerem und schwefelsauerem Natron ausser Zweifel zu stellen. Bedeutende Quantitäten der so eben erwähnten Salzkrusten waren von mir im Jahre 1845 gesammelt und in der gewöhnlichen Verpackungsweise luftbeständiger Mineralien nach St. Petersburg geschickt worden. Ausgepackt hatten diese Salzkrusten 5 Jahre in den Kasten der Sammlungen des Kaiserlichen Berg-Corps gelegen, als sie mir das Material zu einer neuen Untersuchung lieferten. Der Voraussetzung von der Beständigkeit dieses Doppelsalzes völlig gemäss, welches ich als neue Mineralspecies mit dem Namen Makit bezeichnete, fand ich die Salzkrusten unter einer ganz schwachen Hülle eines mehligten Ueberzuges <sup>3)</sup> völlig unverändert in demselben Zustande wie ich ihn l. c. beschrieben habe. Die Festigkeit der tafelförmigen Massen von dicht blättrigem Gefüge, mit Perlmutterglanz und versteckter, strahliger, glaskopfartiger Textur, welche die warzenförmigen Hervorragungen bedingt, womit die Wandungen drusenartiger Zwischenräume der oft nierenförmig gewölbten Schaaalen bekleidet sind, war dieselbe geblieben. Der ganze habitus des krystallinischen Körpers erinnerte augenblicklich an gewisse Modificationen, wie sie dem Stilbit und anderen Zeolithen eigen sind, während Farbe und Glanz zum Vergleich mit Manganspath auffordern. Die blättrige Textur und das strahlige Gefüge traten unter der Loupe auf das Schärfste hervor. Nachdem durch eine Reihe von Untersuchungen mit lufttrockenem Salz, nach derselben Methode wie sie vorhin angegeben, die Constanz des relativen Mengen-Verhältnisses zwischen dem schwefelsauren und kohlensauren Natron in dem fraglichen Salze festgestellt worden war, gab mir das Mittel aus mehreren unter sich gut übereinstimmenden Analysen den Gehalt an schwefelsaurem Natron zu 78,44<sup>0</sup>/<sub>100</sub>. Die Bestimmung der Kohlensäure mittelst des vorhin erwähnten Apparates gab für das nicht mit Schwefelsäure und Chlor verbundene Natron einen Werth der allein auf 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> kohlensaures Natron passte,

1) Siehe die Karte nebst Erläuterungen Taf. I.

2) Russegger, l. c. p. 283.

3) Nicht in Folge eines Wasserverlustes, wie beim Glaubersalz, sondern in Folge der Aufnahme einer geringen Menge atmosphärischen Wassers, wie das etwa bei der geschmolzenen glasigen Borsäure Statt findet.



denn 3,415 grm. der Verbindung verloren im Apparat 0,312 grm., welche 0,607 grm. oder 17,74% anderthalbkohlensauren Natron entsprechen.

Die Zusammensetzung des Makit erhält hiernach den folgenden Ausdruck:

|                                                      |         |       |          |
|------------------------------------------------------|---------|-------|----------|
| Schwefelsaures Natron.....                           | = 78.44 | 69849 | } = 1:5. |
| Anderthalbkohlensaures Natron.....                   | = 17.74 | 14231 |          |
| Chlornatrium.....                                    | = 0.58  |       |          |
| Chlorkalium.....                                     | = 0.46  |       |          |
| Schwefelsaure Magnesia mit Spuren von Mangan.....    | = 0.74  |       |          |
| Wasser und Verbrennungsproducte organischer Substanz | = 1.39  |       |          |
|                                                      |         | 99.35 |          |

Ich habe Gründe zu glauben dass das rothe Pigment, welches als braunrother Anflug ganz besonders die unteren Flächen der Salzkrusten bekleidet und allem Anscheine nach auch zur röthlichen Färbung der Lauge wie des Salzes mit beiträgt, organischer Natur und den Tremellinen zuzuzählen ist. Unter dem Mikroskop verhält sich dieser röthliche Stoff dem protococcus nivalis und sanguineus sehr ähnlich. Wird das Salz einer hohen Temperatur ausgesetzt, so färbt es sich schwarzgrau und schmilzt dann zu einer graugrünen, nach dem Erkalten porösen Masse, deren Lösung in verdünnter Salzsäure mit der Kohlensäure auch Schwefelwasserstoff abgibt. Ein Beweis, dass ein Antheil des schwefelsauren Natron durch Gegenwart kohlenstoffhaltiger Verbindung in Schwefelnatrium umgewandelt wird. 11.327 grm. lufttrocknes Salz gaben nach dem Schmelzen in einer Platinaretorte eine empyreumatische übelriechende Flüssigkeit von 0.044 grm. Eine andere Bestimmung gab durch Gewichtsvermehrung von Chlorcalcium im Wasserbestimmungsapparat dasselbe Resultat = 0,39% Wasser. Der Totalverlust des Gewichts nach dem Schmelzen war 0.157 grm. und zeigte mithin 1 Procent durch organische Beimengung herbeigeführter Stoffe an.

Da die geringe Quantität von Wasser in der Verbindung, welche kein Procent beträgt und erst bei einer über 80° gesteigerten Erwärmung mit den Zersetzungsproducten der organischen Materie entweicht nicht wohl in anderer Verbindung als mit der geringen Menge von Chlornatrium, Chlorkali und schwefelsaurer Magnesia anzunehmen ist, welche das reine Doppelsalz verunreinigen, so darf gefolgert werden, dass 1 Atom anderthalbkohlensaures Natron mit 5 Atomen schwefelsauren Natron im wasserfreien Zustande sich im Makit chemisch zu einem Salze verbinden, welches mit der Formel  $\text{Na}^2\text{C}^3 + 5\text{Na}\ddot{\text{S}}$  zu bezeichnen ist. Der Makit tritt somit in eine Reihe mit dem Thenardit, dem wasserfreien, wenig mit kohlensaurem Natron verunreinigten schwefelsauren Natron, welches in den Salines d'Espartines ohnweit Madrid vorkommt<sup>1)</sup>, ferner mit dem Glauberit, der wasserfreien Verbindung von 49. Gyps und 51. Glaubersalz, und endlich mit dem Martinsit, jener merkwürdigen Verbindung von 1 Atom wasserfreier schwefelsaurer Bittererde und 10 Atom Chlornatrium, welche die Bohrarbeiten auf Steinsalz bei Stassfurth kennen gelehrt haben<sup>2)</sup>. Der Martinsit, dessen specifisches Gewicht bei

1) J. L. Casaseca, Ann. ch.-phys. XXXII. p. 311.

2) J. f. prakt. Ch. XXXVI. p. 127.



18,3° R. zu 2.13735 gefunden worden, bildet einen sehr bedeutenden oberen Theil der in einer Tiefe von 829 Fuss erreichten und mit 150 Mächtigkeit durchbohrten Steinsalzablagerung bei Stassfurth. Besonders interessant ist der Martinsit durch die Entdeckung eines derben Borazit <sup>1)</sup>, der als ein höchst wahrscheinlich untergeordnetes Glied des dortigen Steinsalzgebirges mit durchbohrt wurde: auf sein Vorhandensein machte das unerwartete Resultat der Prüfung einer im derben Martinsit mit vorhandenen unauflöslichen Beimengung zuerst aufmerksam. Der derbe Borazit von Stassfurth hat ein specifisches Gewicht von 2.9134 und besteht aus 29.48 Bittererde, 64.09 Borsäure nebst 1.03 kohlensaurem Eisen- und Manganoxydul nebst Eisenoxydhydrat, folglich genau mit dem Borazit übereinstimmend; Härte zwischen 4—5, schmutzigweiss, unmittelbar aus dem Bohrloch gebracht schneeweiss. Es schliesst sich diese interessante Entdeckung erläuternd an die enge Verbindung der borsauerer Exhalationen in Italien und der Tinkalseen in Tibet mit dem Salz und Steinsalz.

Die Entstehung einer so eigenthümlich zusammengesetzten wasserfreien krystallinischen Verbindung, wie der Makit, setzt die Mitwirkung von Bedingungen voraus, die sich der unmittelbaren Beobachtung entziehen und deshalb dunkel sind. Höchst wahrscheinlich sind sie aber dennoch allein in dem Kreise unserer bisherigen Erfahrungen über Salzbildungen zu suchen und zu finden. Für eine demnächstige Erörterung dieser Frage schien mir ganz besonders die nähere chemische Untersuchung des weissen thonartigen Terrains wichtig, in welchem die Natronseen in Mitten und am Rande der doleritischen Lavafelder in der Nähe des Güsgündag gebettet sind.

Dieses Terrain, dessen weiche und thonschlammartige Beschaffenheit die Annäherung an den Wasserspiegel des rothen See's sehr schwierig machte, bietet im trockenen Zustande eine schneeweisse lockere Masse dar, welche leicht zerreiblich wie Kreide abfärbt und bei schwachem Glühen unveränderlich bleibt. Eine Untersuchung dieser Erde, welche unter Leitung des Herrn Professor Karl Schmidt im chemischen Laboratorium zu Dorpat mit Sorgfalt ausgeführt worden ist, hat folgendes Bild der Zusammensetzung geliefert: a bedeutet die jedesmalige zur Untersuchung angewendete Quantität, b die gefundene Menge und c den Procentgehalt.

| a.     | b.                                                                                          | c.                          |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 0.401  | 0.017 H <sub>2</sub> O.                                                                     | 4.24 Wasser.                |
| 0.745  | 0.597 $\left\{ \begin{array}{l} 2\text{MgO} \\ \text{NHO} \end{array} \right\} \text{PO}_3$ | 61.82 Kohlensaure Magnesia. |
| 0.745  | 0.102 CaOSO <sub>3</sub>                                                                    | 13.69 Kohlensaure Kalkerde. |
| 3.380  | 0.470 SiO <sub>3</sub>                                                                      | 12.00 Kieselerde.           |
| 3.830  | 0.238 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                        | 6.21 Thonerde.              |
| 3.830  | 0.079 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                        | 2.06 Eisenoxyd.             |
| 0.590  | 0.226 CO <sub>2</sub>                                                                       |                             |
| <hr/>  |                                                                                             |                             |
| 100.02 |                                                                                             |                             |

1) Archiv für Min., Geogn., Bergbau und Hüttenkunde von Karsten. T. XXI. p. 487.



Ich füge hier zur vollständigen Uebersicht aller mit dem Erscheinen des Makit verbundenen Umstände noch die Zusammensetzung des Seewassers selbst an, wie ich dasselbe über dem Thonschlamm geschöpft habe (im July).

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| Chlornatrium . . . . .      | = 30.68 |
| Glaubersalz . . . . .       | 7.99    |
| Kohlensaures Natron . . . . | 4.31    |
| Wasser . . . . .            | 67.02   |
|                             | <hr/>   |
|                             | 100.00  |

Zwei Fragen: wie entstand der Makit und wie entsteht das kohlensaure Natron in dem vorliegenden Falle, berühren sich dem Vorhergehenden zu Folge so innig, dass es fast scheint, als müsse die Lösung der einen auch die der anderen bedingen.

Dass bei der Entstehung des wasserfreien Doppelsalzes eine geothermale Einwirkung statt finde, die höher steigt als das Maximum der Sommerwärme, welches innerhalb der betreffenden Region (wie ich, Bull. phys.-math. T. IX. pag. 10, gezeigt habe), zu 31 ° R. im Schatten angenommen werden darf, sie zu geben vermag, wäre eine Hypothese, für welche keine einzige Beobachtung aus der Physik der Araratumgebung einen haltbaren Grund anzugeben vermag. Die Bedingungen für diese Bildung können sich mithin allein verbergen: 1. In dem gleichzeitigen Vorhandensein solcher Salze, von welchen das eine die Auflösungsfähigkeit des anderen einseitig erhöht, wie z. B. Kochsalz und Glaubersalz; 2. in der Ungleichförmigkeit der Auflösung der Salze bei verschiedenen Temperaturen, so wie in dem gesteigerten Auflöslichkeitsvermögen von gesättigten Salzauflösungen überhaupt, und endlich 3. in dem breiartigen Zustande der auf einander einwirkenden Verbindungen, im Verein mit erhöhter Concentration unter dem Einflusse starker Verdunstung im Sommer.

In Bezug auf die Entstehung des anderthalbkohlensauren Natron wäre zu untersuchen, ob das in den Seen auftretende Natron aus gleicher Quelle kommt, wie die grosse Menge desselben Salzes, welches in Verbindung mit Glaubersalz an vielen Stellen der Araxesthalbene in der heissen Jahreszeit auswittert. Immer wird diese Quelle ein Zersetzungsprocess sein, demzufolge das kohlensaure Natron ebensogut ein Verwitterungsproduct natronhaltiger ursprünglich krystallinischer Gesteine, welche Thonerde und Natron Silicate enthalten, als ein Umwandlungsproduct von Natronsalzen sein kann, welches die chemische Wechselwirkung zwischen den erdigen Bestandtheilen des Bodens und jenen Salzen hervorbringt, von welchen derselbe durchdrungen ist.

Da beide Bildungsweisen sich möglicher Weise auf ein und demselben Raume vereinigen können, so wird der Erklärungsversuch der Herkunft des kohlensauren Natron für eine gegebene Localität niemals auf die Präcision einer erschöpfenden Beweisführung Anspruch machen können.

In Ländern jeder Zone ist die Erfahrung gemacht worden, dass schwefelsaures und kohlensaures Natron vorzugsweise da effloresciren und Bestandtheile stagnirender Gewässer



bilden, wo das Diluvial- und Alluvial-Terrain Chlornatrium, theils aus unbekannten Quellen, theils deutlich nachweisbar aus benachbarten Steinsalzlagerungen herrührend, einschliesst. Mit besonderer Deutlichkeit tritt das erste geognostische Verhältniss in seinen Beziehungen zu productiven Natronseen in der Makariuswüste Unterägyptens, und das zweite in den Ebenen der ungarischen Comitate von Szathma, Szaboltz und Bihar hervor, wo das Vorkommen des kohlensauren Natron von Russegger und Beudant genau studirt worden ist. Die weiten Thalebenen des armenischen Plateaulandes wiederholen die Erscheinungen der ungarischen Ebene in den angedeuteten Beziehungen vollständig, und mit besonderer Deutlichkeit lässt sich auf der Araxeshochebene das geologische Band erkennen, welches den Reichthum des Bodens an Natronsalzen, wie die unerschöpfliche Vegetationsthätigkeit der Sodapflanzen, an das Dasein der Steinsalzlager von Kagisman, Kulpi und Nachitschevan knüpfen. Die Umbildungen, deren das Kochsalz fähig ist, welches, wie in Armenien, einen lockeren Alluvialboden imprägnirt, zu dessen Bildung die verschiedensten Gebirgsarten und unter diesen auch Gyps, kalkigthonige Mergel, Travertine neben vulkanischen, oft Schwefelkies haltenden Gesteinen jeder Gattung, die Bestandtheile geliefert haben, zumal unter dem Einfluss jährlicher Temperatur-Differenzen zwischen Winter und Sommer von  $50^{\circ}$  R., sind allein nach den Erfahrungen zu bemessen, die wir über das Verhalten wässriger Kochsalzauflösungen zu anderen Erd- und Metallsalzen überhaupt besitzen. Da die Umbildung zwischen Bittersalz, Eisenvitriol und Kochsalz in den Temperaturen unter dem Gefrierpunkt wie bekannt leicht, die zwischen gepulvertem Gyps und Kochsalz aber um so vollständiger erfolgt, je tiefer die Temperatur sinkt<sup>1)</sup>, so wird die Gegenwart von schwefelsaurem Kalk, Magnesia und Eisenoxydul unter den so eben angedeuteten geognostischen Verhältnissen immer die Entstehung von Glaubersalz bedingen müssen. Vermöge der, durch Capillarität unterstützten Krystallisationsthätigkeit wird sich das Glaubersalz efflorescirend von dem zugleich mitgebildeten nicht krystallisirbaren Chlorcalcium, Chlormagnium und Eisenchlorid scheiden. Auch die, wenngleich unvollständige Rückbildung dieses Chlormagnium in schwefelsaure Magnesia durch die Frostkälte wäre denkbar, welches Salz dieselbe Krystallisationsthätigkeit oft zugleich mit dem Glaubersalz hervorlockt. Eben- deshalb halte ich auch das vereinte Auftreten von Glaubersalz, Kochsalz und Magnesia, sowohl efflorescirend als in kleinen Seen, welches innerhalb der gypsführenden Schichten der Tertiäirformation in Transkaukasien, zumal in Karthalinien, eine so häufig wiederkehrende Erscheinung ist, überall für ein Zeichen des localen, nicht fernen Vorhandenseins von Steinsalz in der Tiefe, wenn dasselbe sich auch durch gar keine oder nur durch schwache Soolquellen an der Oberfläche verrathen sollte. Die allgemeine und durchgreifende Verbreitung der schwefelsauren Magnesia in den Schichten der kaukasischen wie der armenischen Gebirge, welches Salz durch Auswitterung eben so häufig in den metamorphischen Gesteinen, in den Ablagerungen der jurassischen und der Kreideperiode am ganzen nördlichen Kaukasus, bis in das Herz von Dagestan zum Vorschein kommt, wie es in den Sandsteinen und gyps-

---

1) Karsten, Salinenkunde. T. II. p. 303.



reichen Mergeln der Nummuliten- und Molassenperiode in Karthalinien und Armenien sich im Verein mit Glaubersalz efflorescirend zeigt, ist ein so wichtiges geologisches Problem, dass ich dasselbe hier wenigstens andeuten wollte. Der herrschenden Ansicht zufolge, die von Bertholet zuerst aufgestellt und auf die Genesis des kohlensauren Natron in den Natronseen Aegyptens angewendet worden, wird nun das kohlensaure Natron häufig als ein unmittelbares Umbildungsproduct zwischen kohlensaurer Kalkerde und Kochsalz betrachtet. Die Versuche von Karsten, der ein Gemenge von Kreide und Kochsalz unter stetem Anfeuchten 18 Monate auf einander wirken liess, mit Einleitung aller Bedingungen für Efflorescenz, ohne eine Spur von kohlensaurem Natron zu erhalten <sup>1)</sup>, haben aber bewiesen, dass diese supponirte unmittelbare Einwirkung beider Körper ohne Vermittelung eines dritten auf einander nicht statt findet. Dagegen ist es erwiesen, dass der durch ununterbrochenen Zutritt von Kohlensäure in doppeltkohlensaures Salz verwandelte Kalk, zumal wenn die Verbindungen in breiartigem Zustande auf einander einwirken, die Umbildung des Glaubersalzes in kohlensaures Natron allmählich zu bewirken vermag. Das Product dieses Zersetzungsprocesses wird neben kohlensaurem Natron aber Gyps sein, der wegen seiner geringen Auflösbarkeit sich der sonst unvermeidlichen Wiederzerlegung durch das so eben gebildete kohlensaure Natron entzieht. Für eine Zersetzung des Chlornatrium durch saure kohlensaure Kalkerde, wie sie Malcolmson für die Entstehung des kohlensauren Natron im Lonarsee (20° nördliche Breite 76° 30 östl. Länge in Ostindien) in Anspruch nimmt <sup>2)</sup>, spricht kein experimenteller Beweis; auch ist ein Umbildungsprocess nicht wahrscheinlich, in dessen Wesen es liegt, Verbindungen zu erzeugen, die nothwendig sogleich wieder auf diejenigen zurückführen, aus welchen sie entstanden sind.

Alle anderen Erklärungsversuche, welche die Entstehung des kohlensauren Natron auf *unmittelbare Umbildung* des Chlornatrium basiren, werden durch die Verwickelungen, wozu sie führen, noch unwahrscheinlicher. Wenn nun die so eben angedeuteten Erfahrungen zur Erklärung des kohlensauren Natron auf der Araxesebene und in den Seen eine gleichzeitige Anwendung finden sollen, so muss neben der Quelle der zur Bildung doppeltkohlensauren Kalks nöthigen Kohlensäure auch die Gegenwart des Glaubersalzes, der kohlensauren Kalkerde, vor Allen aber des Gypses auf dem Grunde der Seen nachgewiesen werden. Die Zusammensetzung des Schlammes vom See am Güsgündag (pag. 41.), entspricht aber dieser Voraussetzung nicht; denn sie beweist die vollständige Abwesenheit des schwefelsauren Kalkes am Seeboden. Es kann somit das im Wasser gelöste Glaubersalz in keiner Weise zur Bildung des mitvorhandenen kohlensauren Natrons beigetragen haben. Wenn man nun die kohlensaure Kalkerde und den bedeutenden Gehalt an Bittererde erwägt, welche der Schlammabsatz des Sees enthält, so gewinnt die schon vorhin angedeutete Vorstellung Raum, dass das kohlensaure Natron dem See ursprünglich von Aussen schon fertig gebildet auf alluvialem Wege zugeführt worden

1) Karsten, Salinenkunde, T. II, p. 281.

2) Malcolmson, Geognosie des grossen Basaltdistrikts in Ostindien. — Berghaus, Ann. B. 14. p. 66. — Karsten, l. c. p. 232.



und dass allmählig mithinzugetretene salzsaure Kalkerde und schwefelsaure Magnesia, auf Kosten des im See aufgelösten kohlensauren Natron, zersetzt und als kohlensaure Erden niedergeschlagen worden sind. Von dem Standpunkte dieser Ansicht wäre der Salzsee am Güsgündag vielleicht als ein verarmter Natronsee zu betrachten, dessen noch unzerlegt gebliebenes kohlensaures Natron der concentrirten Kochsalzauflösung allmählig durch Bildung des wasserfreien Doppelsalzes völlig entzogen wird. Das Vorhandensein benachbarter kleinerer Seen inmitten der Doleritlava, in deren Lauge der Gehalt des kohlensauren Natron bei 65 % Wasser selbst auf 24 % steigt <sup>1)</sup>, spricht für diese Ansicht und deutet auf Mitwirkung localer Gründe, weshalb hier der Zutritt solcher Salze abgehalten wird, die durch kohlensaures Natron zerlegt werden. Da von mir am betreffenden Orte keine genaueren Untersuchungen angestellt worden, ob etwa auf dem Boden des See's oder im Umkreise desselben versteckte Kohlensäureexhalationen Statt finden, so fehlt meinem Urtheile über die Herkunft der Kohlensäure, welche die Umbildung des kohlensauren Natrons in anderthalbkohlensaures am See veranlasst, der positive Schluss. Möglich wäre es, dass diese Umänderung und die krystallinische Ausscheidung des wasserfreien Doppelsalzes gleichzeitige, unter dem Einflusse der Kohlensäure der Atmosphäre sich gegenseitig bedingende Processe sind.

Mit Rücksicht auf die Erfahrungen, die wir über den Ursprung der Thone aus zersetzten Feldspath, Oligoklas und Labrador führenden Gesteinen besitzen, scheint es angemessen, hier noch an die Wahrscheinlichkeit zu erinnern, dass die in Wasser löslichen Thonerdesilicate des Natron, welche als Verwitterungsproducte vulkanischer Gebirgsarten nur eine beschränkte Verbreitungssphäre besitzen werden, auch ihrerseits sehr wohl örtliche Veranlassung zur Bildung von Natronefflorescenzen geben können. Die weisse Erde aus dem Natronsee vom Güsgündag, die in dem Gemenge von Thonerdesilicat mit kohlensauren Erden, welches sie darstellt, sämtliche erdigen Elemente des Dolerit einschliesst, könnte als das theilweise Resultat einer solchen Gesteinsverwitterung gedeutet werden, welche auf dem benachbarten, den See umschliessenden Doleritlava-Terrain langsam fortwirkte. Das günstigste Zusammentreffen aller zur Bildung des kohlensauren Natron erforderlichen Bedingungen und Umstände besteht indessen dem Vorhergehenden zu Folge allein auf der Araxes-Ebene, wo eine lebhafte Vegetationsthätigkeit der Sodakräuter eine continuirliche Zerlegung der Natronsalze unterhält und, durch den Verwesungsprocess der alljährlich absterbenden Pflanzenwelt, eine fortdauernde Kohlensäurequelle in den obersten Bodenschichten gegeben erscheint. Der Einfluss dieser freien Kohlensäure würde hier die chemische Wechselwirkung zwischen Chlornatrium, schwefelsaurem Natron und kohlensaurem Kalk, zumal in einem lockeren und porösen Alluvialboden sehr wohl bedingen, und die durch Capillaraction unterstützte Efflorescenz des kohlensauren Natron hervorrufen können. Die deliquescirenden Salze, im tieferen Boden zurückbleibend, würden mit dem Eintritt der nassen Jahreszeit wahrscheinlich wieder eine völlige oder theilweise Umbildung erfahren. Vielleicht sind die Natronseen überall, wo sie auf

1) Bulletin de la classe phys.-math. T. V. I. c.



der Ebene und nicht auf dem Doleritlavaterrain erscheinen, immer nur als die Reservoirs für die Salze zu betrachten, welche atmosphärische Gewässer aus dem umgebenden Terrain ausgelaugt und der tiefsten Depression desselben zugeführt haben.

Wird diese Vorstellung auf das ausgedehnte hydrographische Bassin übertragen, dessen tiefste Region der Vansee einnimmt, so wird die Abhängigkeit der chemischen Natur seines Wassers von den geognostischen Verhältnissen der Seeumgebung kaum zweifelhaft sein können. Die grosse Analogie zwischen der quantitativen und qualitativen Zusammensetzung des Wassers des Vansees südwestlich und der kleinen Natronseen südöstlich vom Ararat, erscheint somit als Folge von der Einheit in der geologischen Beschaffenheit jener steinsalzführenden Abhänge der nordöstlichen taurischen Plateauländer, über deren Kalk- und mergelreichen Stufen die vulkanischen Eruptivsysteme des Ararat, des Tendürlü, des Aghdag, des Sipandag und Nimruddag etc. ihre Laven-, Tuf- und Conglomeratbildungen nach allen Richtungen ausgebreitet haben. Ich habe der technischen Bedeutung der wahrhaften Schätze von Natronsalzen, welche theils als künstliche theils als natürliche aus den Sodapflanzen zu erzeugende Producte von dem Alluvialboden der Araxesebene zu gewinnen sind, bereits zweimal im Bulletin phys. et math. T. V. № 8. und T. VIII. № 21. gedacht.

Der bedeutende Gehalt des Vanseewassers an kohlen-saurem Natron, verleiht diesem See eine ähnliche Wichtigkeit wie der Araxesebene, von der sich indess erwarten lässt, dass sie, mit Ausnahme der von Chancourtois und Loftus<sup>1)</sup> angedeuteten schwachen industriellen Regungen in und um Van, noch niemals nach Verdienst gewürdigt worden ist. In einem höheren Grade scheint das in Bezug auf Anwendung des kohlen-sauren Natron und der durch Pflanzenverbrennung erzeugten Soda im russischen Armenien der Fall. Es bestehen in der Stadt Alexandropol mehrere, durch Armenier errichtete und betriebene, gut eingerichtete Fabriken, welche aus der Soda der Araxesebene und dem thierischen Fette, welches in Menge und billig an jenem Orte, der dem Centralpunkte der intensivsten Regsamkeit nomadisirender Hirtenvölker, dem Alagéz, nahe zu beziehen ist, eine Seife bereiten, deren Güte der besten Marseiller Seife kaum etwas nachgiebt, und sowohl im Lande wie jenseits der Gränze verführt wird. Es dürfte schwierig sein irgendwo natürliche Verhältnisse zur Darstellung beliebiger Quantitäten im grossen Maassstabe von kohlen-saurem Natron in so ausgezeichnete Reinheit und Güte in einer so günstigen Weise beisammen zu finden, wie auf der Araxes-Ebene des russischen Armeniens. Im Grossen auf meine Veranlassung in der Kronsapotheke zu Tiflis angestellte Versuche haben bewiesen, dass aus 3 Theilen der besten armenischen Soda, auf dem Wege einmaliger Krystallisation und nach Entfernung sämmtlichen Krystallwassers, sich 1 Theil eines mehlartigen wasserfreien Natrons erhalten lässt, welches kein volles Procent fremdartiger Salze einschliesst. Der Werth, welchen ein wasserfreies kohlen-saures Natron von dieser Reinheit da besitzt, wo man seine Vorzüge zu schätzen weiss, steht angestellten Untersuchungen zu Folge in einem so überwiegenden Verhältniss zu den geringen Kosten einer Fabrication,

1) Chancourtois, l. c. — Kennet Loftus, l. c.



welche die localen und climatischen Vortheile benutzt die eine Anlage in möglichster Nähe der Soda erzeugenden Region erwarten, dass die nach ungünstigen Verhältnissen der Gegenwart berechneten Exportkosten des wasserfreien Fabrikat's kein Bedenken gegen eine derartige Unternehmung hervorrufen können. Eine derartige Fabrik würde sich die Verwerthung ihrer reichen Mutterlaugen <sup>1)</sup> zur Seifenbereitung gleichzeitig zur Aufgabe zu stellen und den Mitgewinn eines schönen Berliner Blau's nicht zu versäumen haben, dessen leichte Darstellung auf dem Gehalt an Cyanverbindungen in der rohen Soda beruht. Nach meinen in Grusien angestellten Untersuchungen und Versuchen lässt sich mindestens ein Procent Berliner Blau aus den Mutterlaugen der genannten Soda durch Zusatz von Eisenoxydsalzen gewinnen. Ausdrücklich bemerke ich aber, dass das hier Gesagte allein von der Soda der Araxesebene in den Erivanischen und Nachitschevanischen Kreisen gilt, zu deren Bereitung hauptsächlich die folgenden Pflanzen von den Bewohnern benutzt werden: *Salsola cana*, *S. cali*, *S. vermiculata*, *S. pulla*, *S. nitraria*, *Halocharis Kulpiana*, *H. pycnantha*. Die relative Brauchbarkeit dieser einzelnen Soda-Arten zur Erzeugung einer Soda, welche am wenigsten dunkle, durch Schwefelcalcium oder Schwefelnatrium verunreinigte Laugen giebt, hat die Erfahrung beim Sammeln der Pflanzen die Anwohner der Araxesebene unterscheiden gelehrt <sup>2)</sup>. Die Gegenwart von Stickstoffverbindungen in der Soda der Araxesebene scheint einen Beleg für die Richtigkeit der Ansichten von Harting und Cunnig <sup>3)</sup> zu liefern, nach welchen die Pflanzen durch ihre Wurzeln die ammoniakalischen und die salpetersauren Salze, die sich im Boden finden, absorbiren, und der Stickstoff der Luft zur Bildung dieser Salze in dem Boden und folglich indirect zur Ernährung der Pflanzen beiträgt. Dass aber ein anhaltender, von allen sauren und ammoniakalischen Salzen befreiter Luftstrom bei seiner Berührung mit porösen Materien in gewissen Fällen die Bildung von Salpetersäure und deren Salzen zu bedingen vermag, hat Cloëz auf experimentellem Wege sehr wahrscheinlich gemacht <sup>4)</sup>.

Werden der Urmiasee, das caspische Meer und der Vansee in einen naturhistorischen Vergleich gestellt, so ist für alle drei Wasserbecken zunächst das gemeinsame Verhältniss der Abgeschlossenheit des hydrographischen Bassins zu bemerken, dessen Boden sie einnehmen. Für alle drei wird also die Ausdehnung und absolute Höhe ihres periodisch oscillirenden Wasserspiegels eine Function des Zuflusses und der Verdunstung der Wassermengen sein, welche diesem Becken zufließen. Den Unregelmässigkeiten zu Folge welchen Zufluss und Verdunstung unterliegen, werden Schwankungen in dem Stande des Wasserspiegels zu erwarten sein, von denen es wahrscheinlich ist, dass sie eine Periodicität besitzen, die in ihrer Abhängigkeit von

---

1) Der gewöhnliche Preis für die beste Soda von der Araxesebene ist auf dem Bazar von Erivan 40 Cop Silber. Angestellte Untersuchungen und Nachfragen in verschiedenen Dörfern der Nachitschevanschen und Erivanschen Kreise liessen keinen Zweifel, dass bei Lieferungen grösserer Quantitäten von etwa 10,000 Pud, der alsdann nur auf die Kosten des Sammelns und des Verbrennens bezügliche Preis sich mindestens auf ein Drittel des obigen Bazar-Preises reduciren lässt.

2) Die Untersuchung dieser Laugen. Bulletin phys.-math. T. VIII. p.

3) Compte rendu de l'Institut. Novembre 1855.

4) Compte rendu l. c.



den Jahreszeiten einen kurzen, in ihrer vorauszusetzenden Abhängigkeit von allgemeinen climatischen Erscheinungen von grosser Tragweite aber, bei Weitem längere Zeiträume umfassen werden. Nach langjährigen und sorgfältigen Untersuchungen von Perkins <sup>1)</sup> verringert sich die Ausdehnung des Urmiasees in gegenwärtiger Zeit sehr rasch, denn schmale Dämme, welche, Behufs der Salzgewinnung aufgeworfen, vor 18 Jahren sich dicht am Seeufer befanden, liegen heute um  $\frac{1}{2}$  Meile von demselben entfernt. Dagegen konnte Loftus an den felsigen Küsten des Sees nirgends die Zeichen eines jemals höher gewesenenen früheren Wasserstandes auffinden <sup>2)</sup>. Von besonderem Interesse sind die erst neuerlich bekannt gewordenen periodischen Veränderungen, welchen der Spiegel des Vansees unterliegt <sup>3)</sup>. Bald darauf als durch Brant's Umreisung des Vansees im Jahre 1838 die Thatsache einer allmählichen Verkleinerung des Sees bestätigt worden, begann das Wasser desselben aus unbekannten Gründen in einem solchen Verhältniss zu steigen, dass die Erhöhung im Laufe von 12 Monaten an abschüssigen Uferstellen wohl erkennbar nahe an 2 Ellen betrug. Mehrere Städte und Dörfer am See wurden überschwemmt und mussten verlassen werden. Nachdem binnen drei Jahren ein constantes Niveau von 12 Fuss gegen den Wasserstand von 1838 eingetreten war, blieb dasselbe unter unbedeutenden Schwankungen bis zum Jahre 1850. Seit dieser Zeit hat nach Aussage der Bewohner ein beträchtliches allmähliges Sinken des Wasserspiegels statt gefunden. Die Wirkungen dieses Phaenomens sind am Besten bei Ardjisch, einer Stadt an der Nordküste die früher 5000 Einwohner zählte, zu beurtheilen. Im August 1838 hatten die Herren Brant und Glascott ihre Zelte auf einer flachen, im Süden der Stadt ziemlich weit in den See hineinreichenden Landzunge aufgeschlagen. Im Jahre 1841 war die ganze Stadt vom Wasser umringt, theilweis überschwemmt und von allen Einwohnern verlassen. Im September 1852 war Ardjisch, nach stattgehabtem beträchtlichen Sinken des Wassers, mit der Nordküste wieder durch einen schmalen Damm von Schlamm von etwa  $\frac{1}{10}$  Meile Länge verbunden, dessen Oberfläche alle Spuren einer eben erst dagewesenen Ueberströmung trug. Auch soll dieser Damm seit 1841 jedes Jahr periodisch bis zu der Tiefe einer Elle unter Wasser gewesen und wieder erschienen sein.

Nach der Ansicht urtheilsfähiger Bewohner wird diese periodische Ueberfluthung den Wirkungen der beiden Flösschen zugeschrieben, welche hier östlich und westlich von der Stadt in den See münden und beträchtlich zur Zeit des Schneeschmelzens im Frühling anschwellen. Vier Monate hindurch ist der Isthmus dann ungangbar, aber sobald die Flüsse niedrig werden und ihr Sommerniveau einnehmen, zieht sich das Wasser des Sees allmählig von dem Damme zurück. — Alle Berichte aber stimmen in dem raschen Steigen und der Ueberfluthung der Stadt in den Jahren 1838 und 1839, so wie darin überein, dass die Bewohner während der beiden folgenden Jahre vollständig aus ihren Wohnungen vertrieben wurden, indem die Fundamente der Häuser wichen und das Trinkwasser verloren ging.

1) Kennet Loftus, l. c. p. 307.

2) Kennet Loftus, l. c.

3) Kennet Loftus, l. c. p. 317.



Das Areal an Land, welches der See auf diese Weise in Besitz nahm, ist von ausserordentlicher Grösse. Manche andere Orte im Umkreise des Seeufers, wie z. B. Madghawank, Iskella, hatten dasselbe Schicksal wie Ardjisch; auch die Inseln litten in entsprechender Weise durch das Steigen des See's, nach Aussage des armenischen Bischofs des Chyis-Klosters. Grade dieser Umstand (sagt Loftus l. c.) scheint dafür zu sprechen, dass das Phänomen der Niveauerhöhung des Sees nicht einer Erhebung des Seebodens zugeschrieben werden kann, weil die Inseln hätten über das Wasser erhoben, aber nicht unter dasselbe gesenkt werden müssen. Bejahrte Personen wissen sich nach den Erzählungen ihrer Väter zu erinnern, dass ein ähnliches Anschwellen des Sees vor etwa 140 Jahren Statt gefunden hat, demzufolge die Einwohner von Ardjisch den Ort zu verlassen genöthigt waren, der 40 Jahre eine Insel blieb, warauf sich das Wasser wieder allmählig zurückzog. Wenn auch ähnliche Schwankungen in dem Niveau von Seen in Amerika und in anderen Ländern der Erde beobachtet worden sind, so ist doch kaum irgendwo eine Schwankung von solcher Grösse vorgekommen, deren Wirkungen die Bewohner so stark empfunden hätten. Das aufmerksam und unbefangen alle Einzelheiten und Umstände der Erscheinung gleichmässig würdigende Urtheil gelangt auch hier sehr bald zu der wahrscheinlichsten Vorstellung, dass das Steigen des Vansees irgend einer climatischen, eine Reihe von Jahren fortwirkenden Ursache, wie z. B. grösserem Schneefall als gewöhnlich in den Gebirgen, oder Beeinträchtigung der gewöhnlichen Verdunstungsthätigkeit der Seeoberfläche, zuzuschreiben ist. Es sind die in dem Vorhergehenden angeführten Niveauveränderungen des Vanseespiegels ihrer Natur nach somit völlig identisch mit denjenigen, welche das caspische Meer seit Decennien dem Scharfsinn der Interpreten in seinen Gründen als noch ungelöstes Problem darbietet. Wie dort so auch hier könnte die Erklärung der unregelmässigen periodischen Schwankungen im Niveau des Wassers zu vulkanischen, totale oder partielle Bodenbewegungen des Sees bewirkenden Kräften ihre Zuflucht nehmen. Das hohe, dem Ararat vergleichbare Trachytsystem des Sipandag und die höchstwahrscheinlich gleichfalls durch eruptive Thätigkeit gebildeten Höhen des Nimruddag würden einer solchen Vorstellung am Vansee einen ähnlichen, wenn auch weniger directen Stützpunkt darbieten, wie die pseudovulkanischen, nach mehrjährigen Zwischenräumen eintretenden Eruptionerscheinungen auf der apscheronschen Halbinsel am caspischen Meere.

Wie am Vansee, so gehören die Veränderungen im Niveau des caspischen Meeres zwei Kategorien an: 1. periodischen, die alle Jahre wiederkehren, und 2. periodischen von langer Dauer und unbestimmtem Zeitmaass. Da beide Erscheinungen gleichzeitig wirken, so ist die reine Isolirung ihrer Effecte, natürlich nicht so leicht und kann dieselbe erst durch gleichzeitig und anhaltend im Umfang der ganzen Meeresküste ausgeführte vergleichende Beobachtungen erfolgen.

Durch eine mehr als zehnjährige Reihe von Beobachtungen, welche dreimal täglich, unter Aufsicht des Directors der Douane in Baku, über die Abweichungen des Meerniveaus von einem als constant betrachteten Normalpunkte angestellt worden sind, geht hervor, dass der Einfluss der Jahreszeiten regelmässige Schwankungen in der Höhe des Wasserstandes hervorzu- bringen vermag, welchen zufolge die Differenz zwischen dem mittleren Niveau des Meeres im



Winter und im Sommer in der Bucht von Baku, im Durchschnitt seit 1850, 8 bis 10 Zoll betragen kann.

Das Maximum des Meeresniveaus trifft nicht in jedem Jahre auf denselben Sommermonat und entspricht der Zeit, wenn die in das caspische Meer strömenden Flüsse ihren stärksten Wasserstand haben. Das winterliche Minimum jenes Niveaus fällt auf die Periode, in welcher der Verlust durch Verdunstung, während des niedrigsten Standes der Flüsse, den schwächsten Ersatz findet. Diese Beobachtungen, für die Grösse der hier angedeuteten Einwirkungen auf das grosse Meeresbecken nach entgegengesetzten Richtungen maassgebend, sind um so höher anzuschlagen, da der Golf von Baku keine Flüsse und Bäche aufnimmt und dem südlichen Theile des caspischen Meeres angehört, welches, im Verhältniss zur nördlichen Hälfte, einen viel geringeren Beitrag durch Zuflüsse empfängt. Wenn es sich um die periodischen Niveauveränderungen von langer Dauer und unbestimmtem Zeitmaass handelt, deren Wirkungen das caspische Meer, wie der Aralsee, fortwährend unterliegen und in der Vergangenheit unterlegen haben, so weit historische Nachrichten reichen, welche von Herrn v. Humboldt in *Asie centrale*, T. II. p. 283—298, sorgfältig analysirt worden sind, so ist es gewiss, dass der Mangel an Beifall, welchen bisher alle Versuche, Einheiten für das Maass der fraglichen Perioden zu finden, erfahren haben, seinen Grund allein darin hat, dass bisher noch viel zu wenig für präcis und anhaltend im ganzen Umfange des caspischen Meeres anzustellende gleichzeitige Beobachtungen geschehen ist. Thatsächliche Veränderungen anbetreffend, die theils der Gegenwart angehören, theils durch monumentale Erscheinungen an bestimmte oder unbestimmte Zeitpunkte der Vergangenheit geknüpft sind, will ich hier nur an einige Umstände erinnern, welche mit der gegenwärtigen Periode des Sinkens des caspischen Meerniveaus zusammenhängen. Einem genauen Plane, der bald nach der Einnahme der persischen Festung Baku zu Anfang dieses Jahrhunderts von der Stadt und deren nächster Umgebung von den Officieren des Kaiserl. Generalstabes angefertigt worden war, verdanken wir den Beweis, dass das Meer die Schwelle der Pforten im Jahre 1804 bespülte, aus welchen man heute über einen sanften Abhang von 17 Faden hinabsteigt, um an das Ufer des Hafens zu gelangen. Nach einer Nivellirung vom 15. März 1853 beträgt der Höhenunterschied zwischen jener Wasserlinie von 1804 und der gegenwärtigen, 12 Fuss 10 Zoll 7 Linien. Dieser Unterschied hatte im Jahre 1830 9 Fuss 7 Zoll 5 Linien betragen. Im Jahre 1852 war er auf 11 Fuss 2 Zoll 5 Linien und endlich im März 1853 bis auf die schon angegebenen 12 Fuss 10 Zoll 7 Linien gestiegen. Die Periode eines allmählichen Sinkens des Wasserspiegels des caspischen Meeres ist mithin seit 52 Jahren mit Sicherheit nachzuweisen, da auch die seit 30 Jahren, sowohl an der Wolga, wie an den Terek-mündungen bemerkte bedeutende Zunahme des Küstenlandes die entsprechenden Beweise einer allgemeinen Niveauniedrigung liefert. Die Fortdauer dieses Sinkens des caspischen Meeresspiegels ist in der Gegenwart mit besonderer Schärfe auch an den alljährlich zunehmenden Entblössungen der Ruinen des sonderbaren Gebäudes zu bemessen, welches im Innern des Golfs von Baku zu einer Erforschung des Zeitpunkts auffordert, wann das Gebäude, wie man glaubt, vor 5 bis 600 Jahren, auf einem Boden gebaut wurde, der sich mindestens 20 Fuss unter der Niveau-



linie des caspischen Meeres von 1804 befinden musste; denn nach den im März 1853 angestellten Sondirungen, befand sich das Niveau der Fundamente jenes Baues 6—7 Fuss unter dem Meeresspiegel. Zu ganz ähnlichen Wahrnehmungen über die Effecte der in der gegenwärtigen Zeit wirksamen Periode eines allgemeinen Sinkens des caspischen Meeresspiegels geben die immer mehr zunehmenden Entblössungen der Hafenmauern von Derbent, so wie das allmälige Sichtbarwerden und Hervortreten der bisher vom Meere bedeckt gewesenen regelmässigen und flachen Ausweitungen in den muschelreichen Kalksteinbänken des Hafengrundes Veranlassung, aus welchen die mächtigen Quader gehauen wurden, die einst das Baumaterial für die Mauern der Stadt geliefert haben. In dem Maasse als die Beweise sich vermehren, dass die Abnahme des Meeresspiegels, seit dem Beginne dieses Jahrhunderts eine im ganzen Umfange der Küsten wahrzunehmende Erscheinung ist, wird sich auch die Berechtigung verringern müssen, für eine Erklärung des Phänomens der in Rede stehenden Classe von Niveauveränderungen des caspischen Meeres, aus dem Innern der Erde local hervorwirkende vulcanische Kräfte in Anspruch zu nehmen. Die Phänomene des periodischen Steigens und Fallens, wie sie bei dem caspischen Meere und dem Vansee erscheinen, wiederholen sich mit grosser Uebereinstimmung auch bei den Seen der nordamerikanischen Freistaaten. So hat der See Superior seinen niedrigsten Wasserstand im Frühling und seinen höchsten im Spätherbst <sup>1)</sup>, und so haben auch die periodischen Niveauschwankungen von unbestimmter vieljähriger Zeitdauer, sowohl bei dem genannten See, wie bei dem Erie, dem Huron, Michigan und Ontario <sup>2)</sup>, lange die Aufmerksamkeit der Beobachter erregt und mancherlei Theorien zur Erklärung dieser Erscheinungen veranlasst. Auch die amerikanischen Physiker sind mehr geneigt für eine solche Erklärung meteorologische Gründe von ausgedehnter Wirkungssphäre zu Rathe zu ziehen, als nach localen Veranlassungen auf dem Gebiete mehr oder minder willkürlicher Hypothesen zu suchen.

---

1) American journal of sciences, 2 ser. VI, p. 19.

2) James Hall, Geology of New York. p. 408 etc.



## Erläuterungen.

---

### Bur Tab. I.

Der Zweck dieser Tafel die geologischen Verhältnisse zu veranschaulichen unter welchen die Natronseen auftreten, von welchen pag. 38 die Rede gewesen, versetzt den Beobachter auf den Theil der Araxesebene, wo die palaeozoischen Formationen, welche den Grundbau des armenischen Hochlandes bilden, frei an die Oberfläche treten und einen vorherrschenden Antheil an der physiognomischen Gestaltung der letzteren nehmen. Auf einem verhältnissmässig kleinen Flächenraume durchlaufen diese Formationen die stärksten Contraste in ihren Structur- und Lagerungsverhältnissen. Während z. B. die nahe horizontal liegenden Schichten des Bergkalks am Fusse des grossen Ararat, die das Bett des Araxes auf eine lange Erstreckung bilden, einer in ursprünglicher Lage verharreten flachen Wölbung anzugehören scheinen, zeigt etwas weiter nördlich inmitten der Ebene die Felsinsel von Corvirab die auf das Stärkste zusammengeworfenen, von mehr als einer Dislocationsrichtung afficirten Glieder der devonischen Formation, von Grünsteinbildungen gangförmig durchsetzt. Dagegen enthält der langgestreckte Gebirgszug des

### Dsynserlydag.

welcher in den Bereich der Karte tritt, beide Formationen in regelmässiger Ueberlagerung. Es gehört dieser Gebirgszug zu solchen orographischen Formen, die langgestreckten geöffneten Gewölben gleichen, wie sie im schweizer Jura so häufig sind. Der südliche Schenkel des in der Richtung von SO — NW geborstenen Gewölbes ist hier offenbar in die Tiefe des Araxesthales zurückgesunken. Der nördliche Schenkel wendet seine senkrechten Abstürze, die sich von 3 bis 5000 Fuss über das Niveau der Araxesebene erheben, dem Ararat zu. Der Centalkern dieses ausgezeichnet schönen Erhebungssystems gehört der devonischen Formation an, mit einer unteren schiefrigsandigen, und einer oberen kalkigen, versteinerungsreichen Schichtengruppe. Die Gränze zwischen Devonien und Bergkalk wird hier durch eine etwa  $1\frac{1}{2}$  Faden mächtige Bank eines sonderbaren conglomeratartigen Trümmerkalksteins gebildet, indem eine grosse Menge devonischer Corallentrümmer verschiedener Arten neben anderen unkenntlichen Brachyopodenfragmenten und kleinen Geschieben der schiefrigen Gesteine der devonischen Etage zu bemerken sind. An der Athmosphäre zerfällt dieser breccienartige Kalkstein leichter als die übrigen Gesteine und bietet dann ein Agregat von feinen Trümmern dar. Indess besitzt nicht die ganze Schicht durchweg diese Natur, vielmehr kommen Zwischenpartieen von compacterer Beschaffenheit vor. Das oberste Glied der devonischen Etage wird hier durch



eine quarzfelsartige Sandsteinschicht gebildet, die unmittelbar auf sehr fossilienreichen Kalklagern ruht. Die eisenoxydreichen Partien stark metamorphosirter und dolomitisirter Devonienschichten deren Ganzes eine längs der ganzen Kette herunterlaufende Zone bildet, deuten auf die Nähe gangförmig aufgestiegener Erupitvgesteine. Der Eisenoxydgehalt einer thonigkalkigen Breccie, welche dieser Zone angehört, steigert sich selbst bis zur Darstellung eines wahren Eisenerzes. Die Bergkalketage beginnt mit dunklen bituminösen Kalken, welche hornsteinartige schwarze Quarzeinschlüsse enthalten, weiter hinauf folgen hier mächtige dolomitische Schichten und Oben hellgraue und lichte splittrige plattenförmige Kalke. Die charakteristischen Zoophyten, Brachyopoden, Gasteropoden und Foraminiferen des Bergkalks fehlen der sicheren geologischen Orientirung auch in dieser mächtigen Etage nicht. Diesem geborstenen Gewölbe des Dsynserlydag, mit dem Ensemble seiner von einander getrennten Theile, zeigt sich nun die Nummulitenformation unmittelbar und zwar unter stratigraphischen Verhältnissen aufgelagert, die beweisen, dass jenes Gewölbe zur Zeit des Absatzes der Nummulitenschichten bereits bestand, dass die starken Dislocationen, welche dasselbe erlitt, aber erst nach Ablagerung jener Schichten erfolgt sein können. Grünsteindurchbrüche durchsetzen den inneren Bau des Gewölbes in seiner Längenrichtung. Eine starke Zerrüttung an dem südöstlichen Ende desselben übten, nach Ablagerung der Nummuliten führenden Schichten, zuletzt ächte Trachyte aus, deren porphyrartige Beschaffenheit und sonstige oryktognostische Merkmale vollständig mit denen des Trachyts vom Drachenfels im Siebengebirge übereinstimmen. Dem System des Dsynserlydag diametral gegenüber auf der jenseitigen, d. h. der rechten Araxesseite, stellen die auf der Karte als

#### Güsgündag.

Charuldag und Bogasdag verzeichneten Berge gewissermaassen die östlichen Ausläufer des umfangreichen palaeozoischen Gebirges dar, welches am Südfusse des Systems der beiden Ararate einen Theil des Chanats von Maku einnimmt. Es besteht dieses Gebirge von geringer absoluter Höhe aus zahlreichen, in scheinbarer Verworrenheit zusammengruppirten Felszügen und langgestreckten Plateauhöhen vom Bergkalk bedeckter devonischer Bildungen. Während diese Züge sämtlich ein schwaches gemeinsames Ansteigen gegen NW befolgen, beherrscht die gesammte reiche Gliederung dennoch ein durchgehender Parallelismus der Hauptzüge von SW — NO, eine Richtung welche die Streichungslinien der dislocirten Schichten auch am häufigsten wahrnehmen lassen. Der Blick von den benachbarten Höhen auf dieses wellenförmige öde Bergland von monotoner Formenentwicklung, dessen Kammlinien grösstentheils in ein und dieselbe Ebene fallen, erweckt den Gedanken an eine Faltung durch Seitendruck, gleichviel ob durch Hebung oder Senkung veranlasst.

Die orographische Verbindung dieses Gebirges mit dem Ararat ist so innig, dass sich mit vollem Rechte sagen lässt, es verschwinde dasselbe in seiner nordwestlichen Forterstreckung unter den gigantischen Lavaströmen, die von den Seiteneruptionen des grossen Ararat <sup>1)</sup> nach jener Richtung ausgingen.

In Folge der gemeinsamen Abdachung des flachen Gebirges gegen die Araxesebene, mehr aber einer unverkennbaren Einsenkung, welche der nördliche Abfall des palaeozoischen Terrains erlitt, bleibt das Gebirge in seiner Hauptmasse ausser Berührung mit dem Araratsystem. Ein flaches 6 bis 8 Werst breites Thal, amphitheatralisch begränzt durch das palaeozoische Gebirge, füllt den Zwischenraum bis zum kleinen Ararat aus; auch entsprechen mehrere dem Araxesthale zugewendete terrassenförmige Abstufungen auf dem Boden jenes Thales völlig der Vorstellung einer Statt gehabten Senkung des ganzen Gebietes. Der kleine Ararat, am nördlichen Rande dieser sanft geneigten Flächen sich

1) Abich, sur la géologie de l'Ararat; Bullet. de la soc. géolog. 2ème Série VIII pag. 265.



erhebend, hat dieselben in weitester Ausdehnung mit seinen Laven überströmt, deren Hauptmassen von einer gewaltigen Spaltung ausgingen, die in mittlerer Höhe des kleinen Ararat beginnend, am Fusse desselben mit dem prächtigen lateralen Eruptionskegel des Dujikdag endigt. Diese Lavaergüsse, cascadenartig über die terrassenförmigen Stufen des palaeozoischen Untergrundes sich ausbreitend, vereinigen sich mit einem anderen grossen Strome, der, in Folge einer Seiteneruption des grossen Ararat, dem Anscheine nach gleichzeitig mit den Eruptivbewegungen des kleinen Ararat in den nordwestlichen Winkel des amphitheatralischen Thales gelangte und dann die Basis des kleinen Ararat umfloss.

Die Karte zeigt jene Lavamassen, wie sie bereits zu einem Strome vereinigt am nordöstlichen Rande des palaeozoischen Gebirges den Abfluss zur Araxesebene finden, die getrennten Glieder und Ausläufer desselben inselartig von einander isoliren und die Thalöffnungen benutzen, welche jene Ausläufer zwischen sich lassen.

Einen Hauptabzugscanal bietet der Lava das Thal des Güsgündag. Diese letztere, etwa eine Meile lange Bergkette ist ein vom Bogasdag gewaltsam abgetrenntes Stück. Eine spätere Hebung in der Richtung hora 9 hat die Trennung bewirkt. Das ursprüngliche Streichen der Schichten hora 3 ist in der Zerrüttung der Lagerungsverhältnisse beider Thalwände noch ebenso erkennbar, wie die zur Richtung des Thales antiklinale, den Schichten später aufgedrückte Neigung. Dunkelbraune und grünliche quarzführende Porphyre mit fleischgelben Orthoklaskrystallen, geognostisch verbunden mit petrographisch diesen Porphyren verwandten Conglomeraten und rostbraunen eisenreichen Mandelsteinen mit platt linsenförmigen Porphyrkugeln, heben hier die ältesten Glieder der devonischen Bildung zu Tage. Es sind grösstentheils schiefrige Gesteine, bald dunklem Thonschiefer, bald lichtfarbigem Talkschiefer, bald Kieselschiefern sich nähernd. Gemeinsam ist diesen in scharfen Felskämmen aufsteigenden Massen ein gewisses verbranntes Ansehen, welches denselben eine schwarze, beinahe wie Magneteisen glänzende, firnissartige Rinde gewährt, deren Ursprung allein in den Einflüssen der Atmosphäre auf die Gesteine zu suchen ist; denn die den Angriffen der letzteren am vollständigsten ausgesetzten Felsmassen sind auch am intensivsten mit dieser glänzenden Rinde überzogen.

Kalkbildungen bleiben von diesen entschieden metamorphischen Bildungen, welche die Güsgündag-kette und die benachbarten kleinen Felsinseln zusammensetzen, beinahe völlig ausgeschlossen. Indessen kommen Zwischenschichten von dunkelgrauen kalkigen Schiefern von Kalkspath durchsetzt vor, erfüllt mit plattgedrückten und durch Biegung des Gesteins gänzlich verzerrten Spiriferen und Producten.

In den benachbarten Bogasbergen dagegen unterteufen ganz dieselben Felsarten eine kalkreiche Abtheilung derselben Formation, in welcher nebst quarzigen Sandsteinen und groben Kalken, Dolomite und eisenreiche Dolomitbreccien auftreten, die schöne Marmorvarietäten darstellen. Deutliche Fossilien lassen über den devonischen Charakter auch dieser Bildungen keinen Zweifel. Vorherrschend scheint in diesem ganzen Berggebiete im Süden des Ararat aber der Bergkalk als oberste Formation entwickelt.

Als Träger charakteristischer Fossilien dieses Terrains zeigt sich auch hier wieder vorzugsweise ein lichtgrauer grobkörniger, sehr bituminöser Dolomit und ein fester, sehr homogener Kalkstein, auf dessen künstlich polirten Flächen der Bau ihn erfüllender Corallen schön hervortritt. Von besonderem Interesse für die Geschichte der Natronseen sind nun die topographischen Beziehungen derselben zu der Lava, welche das Thal der Güsgündagkette durchzieht. Auf den gesenkten Stellen der Oberfläche der spaltenerfüllten Doleritlava mit aufgetriebenen Blasen, hat ein schneeweisser



Boden eine Thalsole in stufenförmigen Absätzen und von wechselnder Breite nivellirt. Bittersalzefflorescenzen und Schilfvegetation zeigen sich auf solchen horizontalen Flächen in der Nähe der kleinen

#### **Natronseen No. 1 und 2.**

Der rothe Natronsee, von  $1\frac{1}{2}$  Werst Umfang, befindet sich in einer flachen schüsselförmigen Einsenkung, die sich an der Oberfläche der Lava gleich nach ihrer Erstarrung gebildet haben muss, denn die Ufer des Sees setzen mit erhöhten schwarzen Rändern an mehreren Stellen scharf und senkrecht ab. Die carmoisinrothe Färbung des laugenartigen Wassers contrastirt scharf mit dem Kranze schneeweisser Salzkrusten, welche den ganzen See längs seiner flachen thonigen Ufer bedecken. Eine Salzhaut wie sie auf schwerkrystallisirenden Salzlösungen gewöhnlich ist, verschleiert hier und dort die röthliche Flüssigkeit. Von Oben sinken weisse feste Salzkrusten eine über der anderen auf den Boden des Sees hinab. Jenseits des rothen Sees, der Thalöffnung südlich zugewendet bietet, der 6 — 7 Werst lange

#### **Natronsee No. 3 und 4.**

eine andere Depression dar, welche in der Lava stattgefunden hat. Ueberall lassen sich auch hier die Ränder der eingesunkenen Lavadecke erkennen: stufenförmig steigt man von ihnen zum See hinab. Sonderbar ist es, dass am Südostende des Sees, da wo das flache Thal in die Ebene mündet, gar keine Lava wahrzunehmen ist. In weiterer südlicher Ferne sieht man sie erst wieder bedeutend über das Niveau der Araxesebene auf der rechten Araxesseite hinunterziehen. Zwei Stunden weiter bildet sie wiederum das rechte hohe Ufer des Araxeß. Die palaeozoischen Bildungen setzen in der Richtung und mit Beibehaltung ihres Hauptstreichens auch auf die linke Araxesseite hinüber und treten durch die östliche Verlängerung des Charuldag mit ihren Aequivalent-Bildungen im Daralagezgebirge in Zusammenhang, wo das tiefe Arpatschaithal jedenfalls die ältesten Sedimentbildungen Armeniens aufschliesst.

Die armenischen Geographen, in richtiger Würdigung der physikalischen Bedeutung welche dieser palaeozoische, quer durch das Araxesthal setzende Hügelzug als Gränzmauer zwischen zwei Stufen der grossen Araxesthalebene besitzt, nannten die Stelle wo der Araxes zwischen den devonischen Felsbildungen des Güsgündag und des Charuldag hindurchströmt, Dagna oder das Thor.

Das interessante Abhängigkeitsverhältniss zwischen den geologischen Verhältnissen der die Araxesebene umgränzenden Gebirge und den hydrographischen Zuständen auf jener Ebene, ist auf eine besonders klare Weise in den

#### **Karassuquellen von Buralan**

ausgedrückt, die nördlich von den Natronseen noch in den Bereich der Karte fallen. Diese Quellen von unveränderlicher Temperatur, welche mit der Stärke eines kleinen Flusses auf der Ebene austreten und so überraschend mit der Wasserarmuth der dürrn Araratabhänge contrastiren, verdanken ihr Dasein allein dem vulkanischen Baue und insbesondere den Laven des benachbarten Araratsystems. Die flachen Hügel von Buralan die dem Blicke auf der wassergleichen Ebene längs des Araratfusses schon aus weiter Ferne einen Anhaltspunkt gewähren, liegen genau in der Verlängerung des zur Araxesebene sich abwärts senkenden Hochthales zwischen dem kleinen und grossen Ararat. Massige Lavaströme bedecken den Boden jenes breiten Thales mit stufenförmigen Absätzen und dehnen sich, kleinen Gebirgsrücken vergleichbar, bis nahe zur Ebene aus. Ihre Entstehung hängt mit Spalteneruptionen zusammen, die hier wohl grösstentheils auf den grossen Ararat



zu beziehen sind. Die Hügel von Buralan bilden flache Dolerit-Wölbungen, in zahllose polyedrische Blöcke zertheilt, die wie durch Kunst zusammengefügt sind. Diese Massen hängen mit benachbarten flachen und deutlichen Kratern zusammen, von deren rothverschlackten Rändern Laven ausgehen, die da wo sie sich unter der Diluvialbedeckung der Ebene wieder verlieren, vollkommen den Schichtenköpfen grosser Ströme gleichen, wie sie am Fusse des Aetna oder des Vesuvs gesehen werden. Unter diesen Laven und am Rande derselben treten die mächtigen Quellen von  $12^{\circ}4$  R. hervor und indem sie breite kluftartige Spalten ausfüllen, die senkrecht in unbekannte Tiefen durch das massive Lavaterrain niedergehen, bilden sie ein System von dunklen Seen, deren ansehnliche Grösse durch dichtes Schilfgebüsch von allen Seiten masquirt wird. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Karassuquellen theils den wässrigen Niederschlägen, theils den Condensationen ihren Ursprung verdanken, den die rauhen und porösen Gesteinsmassen in der oberen Bergregion beider Ararate auf die in der Atmosphäre aufgelösten Wasserdämpfe fortwährend ausüben. Die sogleich nach ihrer Bildung in die Tiefe geführten und der Verdunstung entzogenen Wasser finden in der geognostischen Disposition der festen Lavaströme, die sich lagerartig unter den lockeren Schlacken und Trümmerbildungen ausbreiten, die Bedingungen vereinigt, um an den Ausgangspunkten dieser Bildungen in den Thalebenen zu starken Quellen vereinigt auszutreten.

Auf diese Weise erzeugt und unterhält das Araratsystem, dessen hydrographische Bedeutung auf den ersten Blick null zu sein scheint, in seinem ganzen Umkreise eine grosse Anzahl solcher wasserreichen Quellen, Bäche und Flösschen bildend, die im Süden dem Makutschai und in Nord und Ost dem Araxes zufließen.

Die überaus günstige Disposition, welche das zerrüttete palaeozoische Gebirge des Dsynserlydag für Wasseransammlungen in der Tiefe darbietet (Siehe Profil 3), bedingt auch höchst wahrscheinlich die schönen wasserreichen Quellen welche längs der Südseite des Gebirgszuges bei Dawalu und Sardarak, wie auch zwischen beiden Orten, unmittelbar aus dem Felsterrain treten. Das Auftreten dieser Quellen constanter Temperatur, welche grösstentheils die mittlere Bodentemperatur der Orte ihres Erscheinens übertreffen, längs des äusseren Randes der eingesunkenen und steilgestellten Hälfte des Gebirgsgewölbes von Dsynserly, spricht sehr für die Wahrscheinlichkeit, dass Bohrungen auf artesische Brunnen am Rande der so äusserst wasserbedürftigen Ebene längs dieses Gebirgszuges von Erfolg begleitet sein werden.

## Bur Tab. II.

Die Fig. 1. b. und 1. c. zeigen die von der kalkigen Hülle befreite\*, im caspischen Meere am Häufigsten vorkommende, an *Rosalina simplex* d. Orb. erinnernde Foraminiferenform in unversehrtem Zustande. Die natürliche Grösse dieser Schale ist 0.32 millim.

Die Fig. 1. a. lässt in dem auf der Bruchfläche des Gesteins hervortretendem Querdurchschnitte der Art eines wahrscheinlich anderen Genus aus der Turbinoidenfamilie der *Helicostegier* d. Orb. acht leere Kammern der gewundenen Schale erkennen.

Fig. 2. Die 21fache Vergrösserung einer kleinen 0.60 mm: grossen *Paludina*, welche einen nicht unwesentlichen Antheil an der Zusammensetzung des oolithischen Kalksteins nimmt. Die unter dem Einflusse des freien Kohlensäure enthaltenden Gases von der dünnen incrustirenden Kalkhülle befreiten Schalen treten in Menge nebst grösseren *Paludinen* und *Rissoen* in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit mit Perlmutterglanz an der aufgelockerten Oberfläche des Steins hervor.



Fig. 3. a. b. zeigen die unter den mikroskopischen Bivalven in dem fraglichen Steine vielfach wiederkehrende Form von 0,46 mm: natürlicher Grösse, welche wohl auf *Dreisena polymorpha* zurückzuführen ist, in 25facher Vergrösserung.

Fig. 4. a. b. c. giebt, in 31facher Vergrösserung eine problematische Univalve, die man geneigt sein könnte für die Brut einer *Delphinula* zu halten, wenn dieses Genus dem caspischen Meere nicht durchaus fremd wäre. Es ist bemerkenswerth, dass ich unter einer grossen Anzahl der verschiedensten Foraminiferen, die ich auf der Nordseite des Kaukasus an einer Bull. phys. math. T. XIII. pag. 355. näher angegebenen Localität auf mitteltertiärer Lagerstätte angetroffen, mikroskopische Schalen beobachtet habe, welche von der Fig. 4. a. b. c. dargestellten Form nicht zu unterscheiden sind.

Die Fig. 5. a. u. b. zeigen eine wesentlich von der Fig. 1. c. abweichende Turbinoidenform, die dem Genus *Rotalina* angehören dürfte, mit abgebrochener letzter Kammer und deshalb entstellter Oeffnung. Diese Foraminifere gehört dem schwarzen Meere an; sie fand sich in einem glimmerreichen Sande, durch welchen an der Küste des cymmerischen Bosporus, auf der Halbinsel Taman, ein höheres Meeresniveau 14 Fuss über dem heutigen Spiegel des schwarzen Meeres angedeutet ist. Dieser Sand schliesst die subfossilen Schalen gleicher Molluskenarten ein, wie sie noch heute im schwarzen Meere leben. Natürliche Grösse der Schalen Fig. 5. a. b. 0.45 mm:

Fig. 6. Eine bisher noch nicht beobachtete, mit dem pag. 13 beschriebenen Steine von Meeresgrunde heraufgezogene *Rissoa*, die als *Rissoa cincta* zweckmässig zu bezeichnen sein würde,

«*Rissoa testa parvula, ovato-ventricosa, laevi, fulva; anfractibus senis subconvexis, superne annulo suturali cinctis; anfractu ultimo ad peripheriam rotundato; apertura oblongo-ovata, obliqua, plus quam tertiam partem longitudinis superante, basi sinuosa; labro acuto producto, superne subcanaliculato.*»

Die Schale von röthlichbrauner Farbe, beinahe spindelförmig, etwas bauchig. Das Gewinde besteht aus zwei embryonalen und vier schwachconvexen Mittelwindungen, welche an ihrem oberen Ende mit einem schwachgekielten Suturalwulst versehen sind.

Die Schlusswindung ist abgerundet, die Basis glatt, die Mündung eiförmig, verlängert. schief. Der rechte Mundsaum scharf, an seinem oberen Theile zum schwachen Suturalcanale ausgebuchtet. Länge 3 bis 4 millim.;

Fig. 7. stellt die verkieselten Spiculae, in 80facher Vergrösserung dar, welche nach dem Glühen des *Spongiarasens* so genau in ihrer ursprünglichen Stelle und Lage zurückbleiben, dass die Sternzeichnung mit unveränderter Deutlichkeit in dem erhaltenen Kieselσκεlet zum Vorschein kömmt. Ein Druckfehler giebt pag. 13 die 0.005 millim. betragende Dicke der Spiculae zu 0.05 mm. an.

Fig. 8. a. b. Ein Stück des Steines, aus welchem die Gasquellen am Meeresgrunde in der Bucht von Baku hervortreten, mit der pag. 13 näher beschriebenen Spongiaart bedeckt.

b. Ein vergrössertes Stück desselben *Spongiarasens*, vergrössert.







# GEOLOGISCHE-KARTE

## DER NATRONSEEN

an der südöstl. Basis des kl. Ararat  
im Chanat von Maku.

- 1 Der rothe See mit den Salzkrusten
  - 2 Die kleineren Natronseen
  - 3 } Ähnliche Seen mit wenig Natronsatz
  - 4 }
  - 5 Sauerwasser von 19° R. T.
  - 6 Karassquellen von 12° 4 R. constanter T.
- Das Terrain auf der rechten Seite des Karassu gehört zum Chanat von Maku. Die Gesteine, welche die Berge der Güsgündag kette zusammensetzen gehören der devonischen Formation an. Es sind talkreiche Schiefer und Thonschiefer, unreine Kalksteine mit Spirifer und Productus, rothe Conglomerate und Sandsteine. Die Schichten dieser Formation sind von rothen Quarzporphyren und deren Mandelsteinen durchbrochen und dislocirt.

Der horizontale Strich bedeutet die Richtung des Streichens der Schichten zum Meridian und der Pfeilstrich das Einfallen derselben gegen den Horizont.

Alluvialbildungen

1 2 3 4 5 Werst.



Lith. v. R. Handricker.

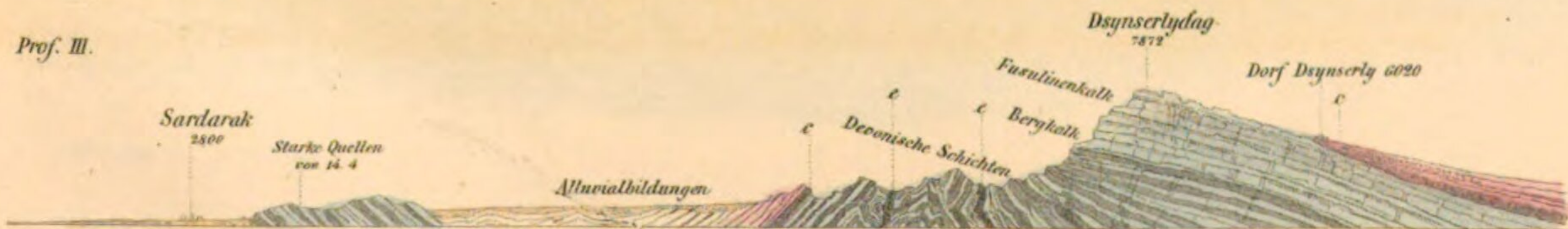
Prof. I. Bogasdag



Prof. II. Bogasdag



Prof. III.



(c) Conglomerate aus Trümmern von Bergkalk u. devonischen Kalken (e) Eruptivgesteine

Palaeozoische Form.

Nummuliten Form.

Dolerit Lava

1 2 3 4 5 6 Werst.

Maasstab für die Profile. Verhältniss der Länge: Höhe 1:2

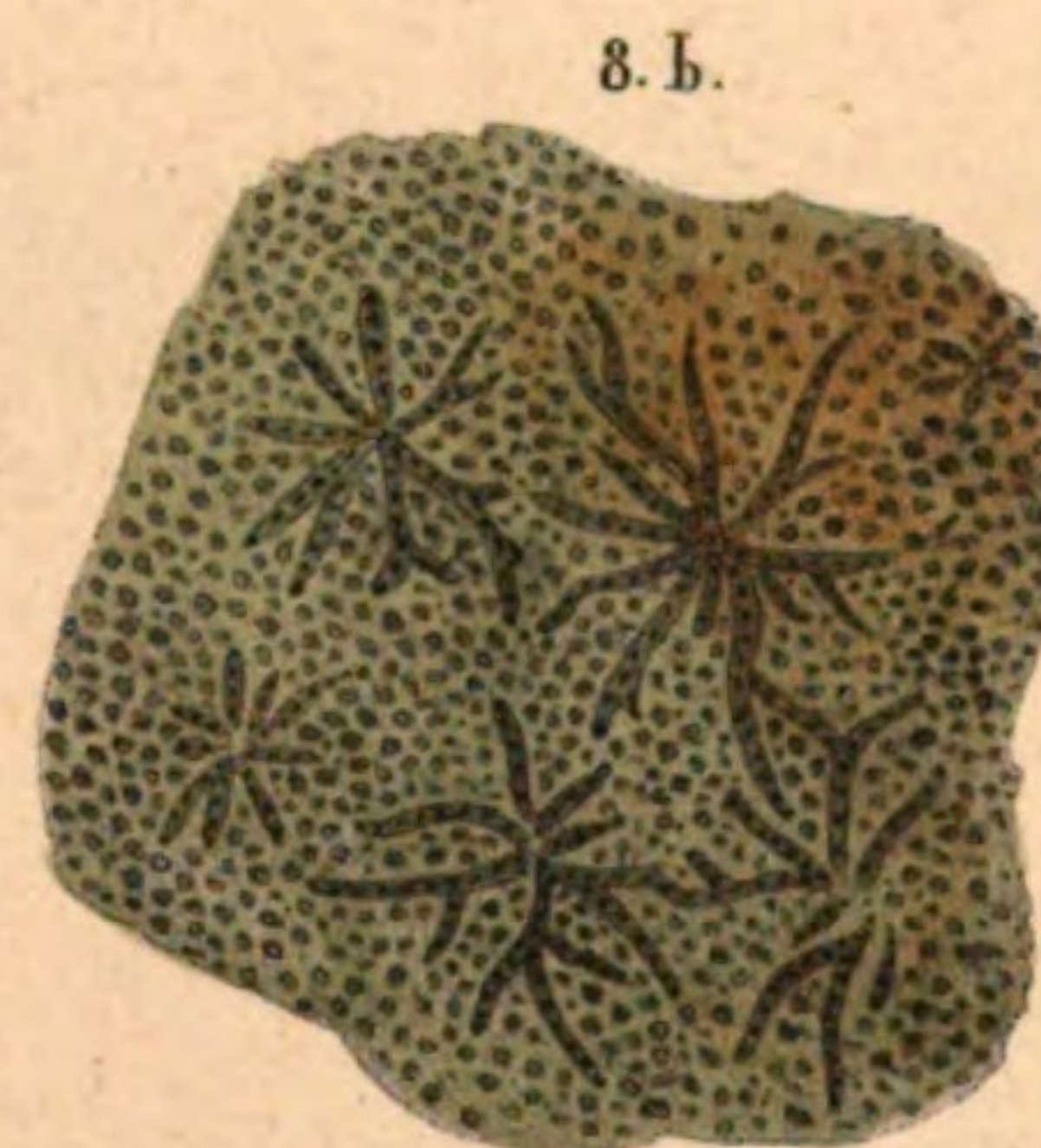
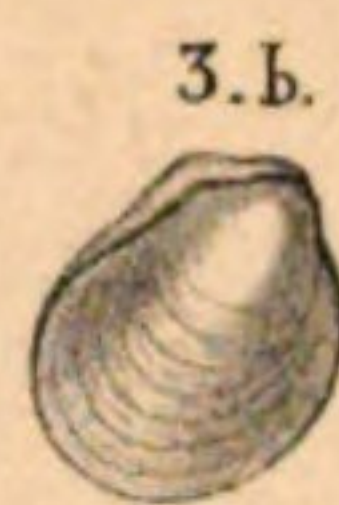
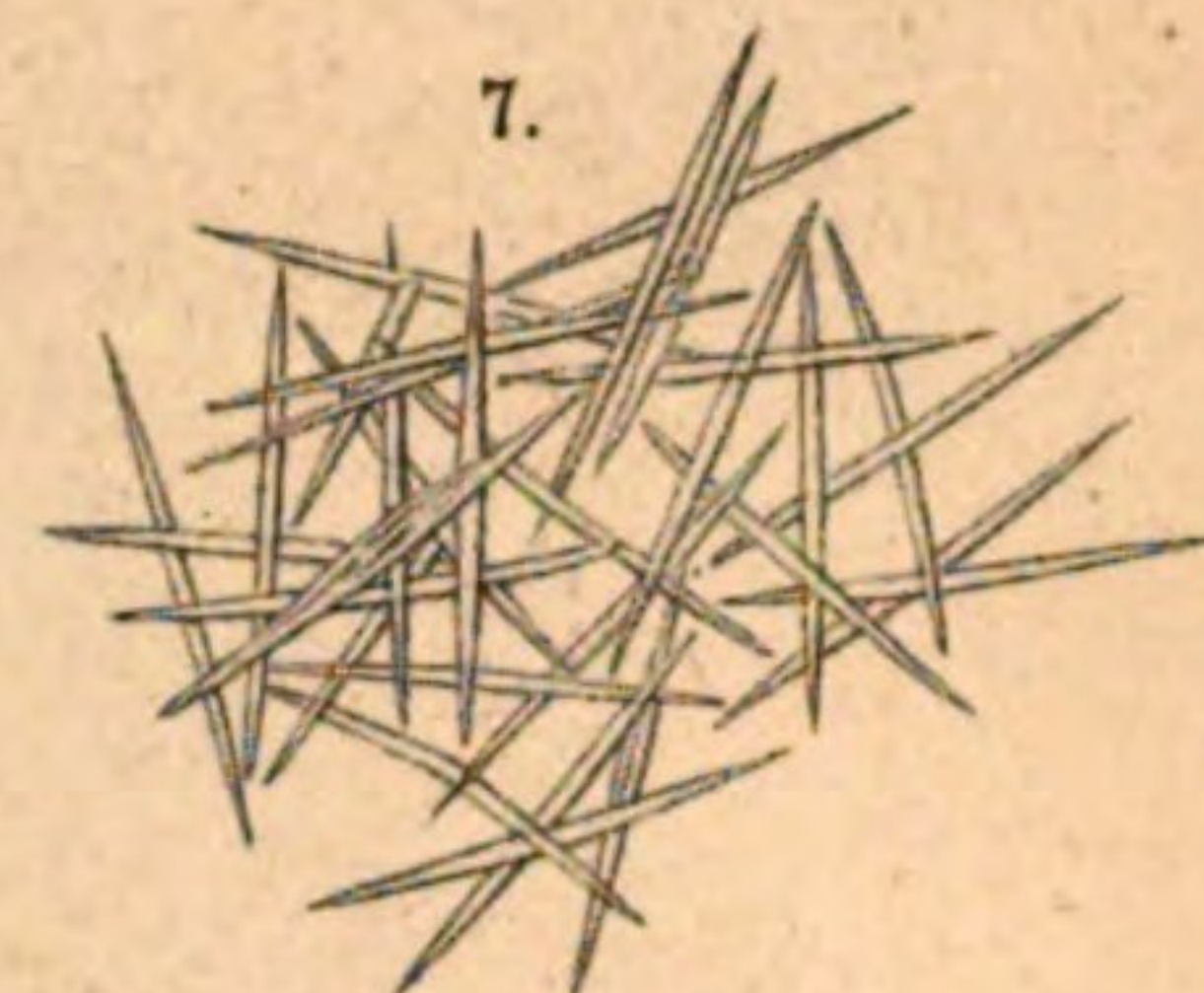




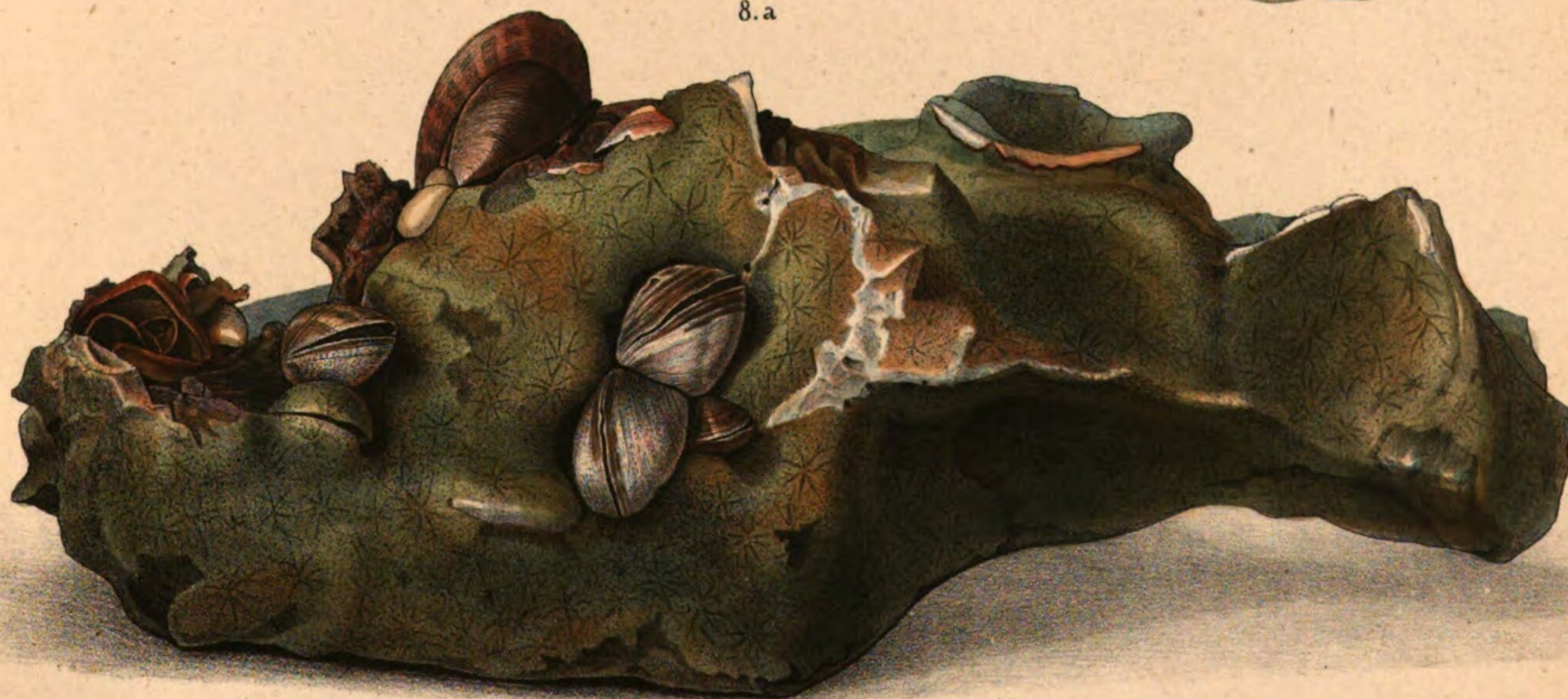




I



8. a









[4.]

**BEITRÄGE**

ZUR

# **GEOLOGISCHEN KENNTNISS DER THERMALQUELLEN**

IN DEN

**KAUKASISCHEN LÄNDERN**

VON

**H. Abich.**

**ERSTE LIEFERUNG.**

*Nebst einer Karte.*



**TIFLIS.**

Buchdruckerei der Civil-Hauptverwaltung Sr. Kaiserlichen Hoheit des Statthalters von Kaukasien.

**1865.**



BEITRÄGE

XIV

GEOLOGISCHE KENNNTNISSE DER THERMALQUELLEN

IN RUSSLAND

VON DR. MED. KARL AUGUST VON KRAUSE

1865

Дозволено ценсурою. Тифлисъ 5-го Іюня 1865 года.

ERSTE LIEFERUNG

Preis 1 Rubel

TIFFIS

Verlag des Verlags der Kaiserlichen Hof- und Staatsdruckerei in Tiflis

1865



## Vorbemerkungen.

Die vorliegende Adhandlung dem Sinne ihres Titels entsprechend, bezweckt keine erschöpfenden pragmatischen Beschreibungen der kaukasischen Thermalquellen, auch will sie durch die Mitaufnahme chemisch analytischer Arbeiten, die auf Untersuchung heisser Quellen gerichtet waren, kein Prioritätsrecht zur Geltung bringen, welches spätere vollständige Analysen des grösseren Theils jener Quellen durch andere Chemiker werthlos gemacht haben. Die Abhandlung stellt die kaukasischen Thermenverhältnisse unter die Gesichtspunkte geologischer Grundgedanken, für deren Verfolg und Entwicklung geognostisch physikalische Untersuchungen sich mit dergleichen chemisch analytischen an Ort und Stelle zu verbinden hatten. Die ersten Abschnitte geben diese Untersuchungen in der Verbindung wie sie angestellt wurden und zusammengehören, wodurch die Anerkennung chemischer Leistungen Anderer auf einem Theile jenes Untersuchungsfeldes nicht geschmälert wird.

Zur Theilnahme an den rein geologischen Entwicklungen und Induktionen die der dritte Abschnitt enthält kann ich nur Diejenigen einladen, welche mit den Auffassungen von dem inneren Zusammenhange sich gegenseitig nothwendig bedingender physikalisch geographischer Erscheinungen im Kaukasus einverstanden sind, wie ich dieselben in meiner 1863 erschienenen akademischen Schrift über die Entstehung der Insel Kumani und über die Natur der Schlammvulkan-Thätigkeit in der caspischen Region, so wie in meiner 1864 darauf folgenden gleichfalls den akademischen Memoiren überwiesenen Abhandlung, über die Geologie der Halbinseln Kertsch und Taman, beschrieben habe.

Die einfache aber folgenreiche Thatsache des Daseins der tellurischen Wärme und der Zunahme derselben nach der Tiefe, als deren ununterbrochen wirksame Träger und Ableiter nach der Erdoberfläche die Thermen zu betrachten sind, bildet den Lebensnerv der Geologie für die Gegenwart, wie für kommende Zeiten; sie bedingt den rothen Faden der sich fast unabweisbar in jede Schilderung drängt, die irgend einen Gegenstand aus dem physikalischen und dem dynamischen Theile der Wissenschaft behandelt. Nur der wirkliche Geolog wird diesem Faden seine Aufmerksamkeit schenken können; ihm wird er das Zeichen des Strebens sein, geologische Untersuchungen nur in dem Sinne des Grundsatzes zu führen, keine geognostische Erscheinung lokal isolirt, vielmehr eine jede in ihrer gesetzmässigen Verbindung mit dem tellurischen Ganzen aufzufassen.

Die Pflicht des Forschers, zumal auf aussereuropäischem Gebiete hat mir geboten am Ende des dritten Abschnittes Thatsachen hervorzuheben, welche den scharfsinnigen Combinationen und den Berechnungen entsprechen, womit der Verfasser der *Notices sur les systèmes de montagnes*, die Ergebnisse seiner Forschungen auf dem europäischen Erdtheile auf den asiatischen überträgt.



Niemand der das Gebirgsrelief des Kaukasus von einem Ende zum anderen aufmerksam vergleichend betrachtet, kann die Uebereinstimmung übersehen, welche in dem Zusammentreten integrierender gleichartiger Theile verschiedener Ordnung, zur Darstellung des kaukasischen orographischen Ganzen stattfindet. Hier zeigt sich ein Naturgesetz, welches als solches nicht blos für den Kaukasus sondern für das gesammte Netz der continentalen und insularen Gebirgsgliederungen der Erde gilt, so wenig die in der Physik des Erdinneren ruhende wahre Ursache dieser Erscheinungen orographischer Symetrie bis jetzt auch nachweisbar ist.

Man kann die Naturwahrheit eines mit Genialität construirten geometrischen Systems, wie das des *système pentagonal* in Zweifel ziehen, ohne das überraschende Zusammentreffen zu übersehen, welches zwischen wichtigen Grundzügen des Reliefs der Erdoberfläche und solchen Linien mitunter wirklich stattfindet, welche durch Gebirgsketten repräsentirt, von jener Theorie als Bogentheile grösser Kreise auf die Erdoberfläche projecirt angenommen werden, deren Sehnen den Kanten imaginärer Krystallformen des regulären Systems entsprechen, mit Mittelpunkten die, als mit dem Centrum der Erde zusammentreffend gedacht werden.

Die grosse Bedeutung welche einige wenige, constanten Erhebungsrichtungen entsprechende Linien für Geologie und insbesondere für die Orographie von Europa haben, ist durch L. v. Buch zuerst hervorgehoben und erst kürzlich hat auch Dana in dem ersten Abschnitte seines ausgezeichneten Werkes: *Manual of Geology. Philadelphia 1863*, auf die Wichtigkeit derselben Linien für den Bau des amerikanischen Continents und der oceanischen Inselwelt wiederholt aufmerksam gemacht.

Die Gründe welche mich veranlassten in der folgenden Abhandlung an die Stelle berechneter Höhen in der Mehrzahl der Fälle, nur die Angabe der Beobachtungen der meteorologischen Instrumente selbst treten zu lassen, liegen in dem Mangel brauchbarer correspondirender Beobachtungen, welche auf meiner Reise im Herbst 1852 nach Daghestan, erst später durch die sorgfältige Mitwirkung des Herrn Provisor Georg Kieser in Derbent erfolgreich eingeleitet werden konnten.

Zu bemerken habe ich noch, dass es meine Absicht ist, diese Beiträge bald fortzusetzen und dieselben wo möglich auf sämmtliche Thermalquellen der kaukasischen Provinzen auszudehnen.

Tiflis, im Mai 1863.

H. Abich.





## ERSTER ABSCHNITT.

### ÜBER DAS SYSTEM DER HEISSEN QUELLEN ZWISCHEN TEREK UND SUNDJA.

Es ist eine anerkannte Thatsache der Geologie, dass die Mineral-Quellen, besonders aber die heissen Quellen, vorzüglich in den gebirgigen Regionen erscheinen und dass sie sich fast überall an die Bruchlinien geknüpft zeigen, durch welche ein ursprünglich bestandener stätiger Zusammenhang horizontaler Schichtenablagerungen, durch Hebung oder Senkung des Bodens aufgehoben worden ist.

Bei den vereinzelt und in weiter Entfernung von einander auftretenden Thermen, wird dieses Abhängigkeitsverhältniss von dem Baue und der inneren Struktur des Terrains leichter übersehen; sehr deutlich tritt dasselbe aber da hervor, wo eine Mehrzahl von warmen Quellen näher zusammenrückt und in das Verhältniss einer mehr oder minder deutlichen Gruppe tritt.

Es wird dann leicht die topischen Beziehungen sämtlicher Glieder der Gruppe, so wie die Ausdehnung und Lage der letzteren zu einer bestimmten Terrainform zu erkennen, die den orographischen Charakter der jedesmaligen Oberflächengestaltung der Gegend bedingt.

Auf dem Wege dieser Untersuchung sondern sich bestimmte Thermensysteme, bedeutsam geknüpft an Gleichartigkeit geognostischer Verhältnisse, und es bedarf nur des Nachweises einer generellen Uebereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung der Wasser der einzelnen Quellen, um dieselben als integrierende Glieder eines grossen thermischen Ganzen aufzufassen.

In Gebirgsländern, die einen so ausserordentlichen Reichthum an warmen Quellen und kalten Mineralwassern besitzen, wie diejenigen, die den Raum zwischen dem kaspischen und dem schwarzen Meere einnehmen, ist eine Eintheilung der Thermen und eine scharfe Abgränzung der wirklich vorhandenen Systeme, in Vergleich zu den nur vereinzelt auftretenden Mineralquellen, so lange sehr erschwert, als die Unvollständigkeit der Untersuchungen über innere Natur und Zusammensetzung der kaukasischen Mineralwasser überhaupt, die chemischen Vergleiche ausschliesst, die hier endgültig zu entscheiden haben. Es ist der unverkennbare Beruf der geologischen Forschung, einer demnächstigen vollständigen naturwissenschaftlichen Untersuchung und systematischen Feststellung der kaukasischen Thermen vorzuarbeiten, und insbesondere diejenigen Quellen physikalisch genau zu studiren, welche lineare Anordnung besitzen, und in derselben einer der beiden Erhebungslinien parallel laufen, welche im systematischen Zusammentreten den Bau und die mittlere Achsenrichtung des centralen Kaukasus-Kammes bestimmen.

In dieser geotektonischen Beziehung fällt eine sehr wichtige Bedeutung auf das grosse und flache, aus thonigen Sandsteinen und schiefrigen mitunter stark bituminösen Mergeln zusammengesetzte Plateau



welches in der Richtung von Ost nach West die mittlere erhöhte Region eines langgedehnten elliptischen Raumes von etwa 350 Werst Länge und 100 Werst Breite einnimmt, der sich zwischen dem Terek und der Sundja ausdehnt.

Die elliptische Krümmung dieses Raumes wird durch das nördliche Hervortreten der beiden grossen kaukasischen Massenanschwellungen von Daghestan und der Elburuz Umgebung in Osten und Westen, so wie gegen Süden durch die schwache Bogenlinie bestimmt, die das gesamte Vorgebirge in seiner Basis zwischen Malka und Sundja mit einer Sehnenlänge von etwa 450 Werst beschreibt.

Das in der Richtung seiner Länge schwach eingesenkte Plateau hat eine Breite von 40 bis 50 Werst und erhebt sich 4 bis 500 Fuss über das Terek-Niveau. Sowohl längs des Nordrandes wie am Südrande, zeigen Steilabstürze die Profile der Sandsteinlager die schwach nach Innen geneigt sind. Beide Ränder sind die scharfen Bruchlinien eines früher bei weitem grösseren Formations Ganzen, welcher Vorstellung die nach Norden wie nach Süden steil einsinkenden Schichtentrümmer entsprechen, durch welche die Physik der unteren Theile der Abhänge gegen Norden und Süden bestimmt wird.

Dass diese Terrainbrüche längs der Plateauränder nicht durch Unterwaschungen herbeigeführt worden, vielmehr als die Resultate von Senkungen des Bodens zu betrachten sind, die einst zwischen dem Plateau und dem Gebirge, so wie nördlich nach der Terek-Seite stattgefunden haben, lehrt die Natur der Schichtungsverhältnisse der gesamten Umgebung. An der Peripherie dieses schwach muldenförmigen Plateaus, welches an die Naturform der südlichen kaukasischen Hochsteppen von Schirak und Upadar erinnert, sind die Thermen höchster Temperaturen aneinander gereiht, die im Kaukasus überhaupt vorkommen. Die Austrittspunkte dieser Quellen finden sich auf einer schmalen Zone von 80 Werst Länge, theils vereinzelt theils gruppiert in der Nähe der folgenden Oertlichkeiten:

- 1) Staniza Michailow; 2) Aul Starajourt; 3) Staniza Bragan; 4) Festung Umachan Jourt; 5) Istissu in der Nähe der Kurinskischen Festung.

Auf einer Reise, die ich im Spätherbst des Jahres 1852 von Tiflis durch Ossetien, über Wladikavkas nach Daghestan unternahm, war es einer meiner Hauptzwecke, die geologischen Verhältnisse der Thermen kennen zu lernen, welche längs des Fusses des nördlichen Kaukasus Abhanges aus den Schichten des tertiären Hügellandes der Tschetschnja und Daghestans hervortreten.

Da es mir sehr darauf ankam, zur Unterscheidung und Feststellung wirklich vorhandener Systeme eine sichere Anschauung von der generischen Natur dieser Mineralwasser auf dem Wege der chemischen Untersuchung zu gewinnen, so hatte ich mich mit dem, bereits in Petersburg für dergleichen Zwecke vorbereiteten Nöthigen versehen, um qualitative Analysen der Mineralwässer an Ort und Stelle vornehmen zu können. Es glückte mir den beabsichtigten Zweck auf dieser Reise in dem gewünschten Grade der Vollständigkeit zu erreichen, was der in jener Zeit noch immer sehr unsicheren kriegesischen Verhältnisse halber, allein durch die umsichtige Unterstützung ermöglicht werden konnte, die der Herr Feld-Marschall Fürst Baratinsky in seiner damaligen Stellung als militärischer Chef der betreffenden Gegend mir gewährte. Das lebhafte und überaus thätige Interesse des Fürsten für Nutzanwendung der Sundja Thermen hatte den Quellen bei Starajourt schon damals die schätzenswer-



then Einrichtungen verschafft durch welche die vorauszusetzende grosse Wirksamkeit dieser Heilquellen bereits ausser Zweifel gestellt war.

Mit Hülfe einer nach dem Vorschlage von Berzelius vorgerichteten Instrumentirung, deren Brauchbarkeit sich auf dieser Reise vollständig bewährte<sup>1)</sup>, gelang es mir an sämtlichen Thermen zur Unterscheidung der freien und der gebundenen Kohlen und Hydrothionsäure Niederschlags Processe in kalibrierten Glasgefässen unter der Quellen Oberfläche selbst vorzunehmen deren jedesmaliges Resultat durch Zuschmelzung der röhrenförmigen Endöffnung des Apparates für spätere Bestimmung sogleich gesichert wurde. Diese Gefässe, nebst hinreichenden Wasserquantitäten zur quantitativen Bestimmung der festen Quellenbestandtheile wurden von mir glücklich nach St.-Petersburg geschafft, sind aber durch das im Jahre 1859 meine Wohnung daselbst betroffene Brandunglück, der beabsichtigten wissenschaftlichen Verwerthung zugleich mit den die dagesthanischen Thermengebiete betreffenden geologischen Sammlungen verloren gegangen.

Es ist mir bisher nicht möglich gewesen, die 1852 besuchten Oertlichkeiten des Sundja Thermensystems, wie ich es gewünscht hatte, mit Ausnahme der Quellen bei der Miachilow-Staniza im Jahre 1860, noch einmal wieder zu berühren, weshalb ich mich in den nachstehenden Mittheilungen darauf beschränke, das über physikalisches und chemisches Verhalten am Orte Niedergeschriebene, als Resultat sorgfältig angestellter Beobachtung wörtlich meinem Tagebuche von 1852 zu entnehmen, in der Hoffnung, dass meine Angaben denen, welche mit gleicher Absicht wie ich, diese interessanten Oertlichkeiten besuchen, in vergleichender Beziehung willkommen sein werden.

### **I. Die heissen Quellen bei der Staniza Michailow.**

Die Staniza Michailow liegt am Ufer der Sundja auf einer weiten Thalebene, welche durch diluviale Geröll und Lehmablagerungen von sehr bedeutender Mächtigkeit nivellirt worden ist, die das eigentliche geschichtete tertiäre Fundamental Terrain dem Blicke bis Grosnaja entziehen. Das tief einschneidende Flussbett der Sundja entblösst bei der 30 Werst westlich entfernten Festung Nasran, unter den Gerölllagern Trachyttufschichten, die horizontal über steil gestellten und stark gekrümmten tertiären, sandigen Schiefermergeln und Thonen ausgebreitet sind. Mit den Tufschichten ist ein feinkörniges Trachyt Conglomerat verbunden, welches einen ähnlichen guten Baustein darbietet wie derjenige von Salugardan am Ausgange des Nari-Don-Thales. In der Entfernung einer Werst von der Michailowschen Stanitza beginnt der Fuss des Plateauabhangs auf welchem etwa 700 Fuss unter dem Culminationspunkte des nahen Plateaurandes die warmen Quellen hervortreten. Der Weg führt grösstentheils über steil gestellte nach Süden einfallende Sandsteinschichten, deren Streichen zwischen  $0^{\circ}40' S$  und  $0^{\circ}20' S$  der Richtungslinie des Plateaurandes entspricht. Unter der Mehrzahl von Quellen verschiedener Natur, welche an diesem Sandsteinabhange austreten, haben bisher vorzüglich drei die therapeutische Aufmerksamkeit erfolgreich in Anspruch genommen. Es sind dies 1) die sowohl durch ihren Wasserreichthum, wie ihre hohe Temperatur besonders ausgezeichnete Hauptquelle; 2) die sogenannte bittere Salzquelle; 3) die Slepzowskische Quelle.

1) Lehrbuch der Chemie von J. Berzelius übersetzt von Wöhler. Dritte Auflage zehnter Band Seite 180.



### I. Die Hauptquelle

tritt unter interessanten geognostischen Verhältnissen auf, die nicht übergangen werden dürfen, da sie zur Erläuterung mancher Eigenthümlichkeiten beitragen, welche die chemische Natur des Wassers darbietet. Die Quelle entspringt mit bedeutender Wasserfülle aus einer festen Schichtengruppe der tertiären Formation die mit einem Streichen von  $O\ 2^{\circ}, 30' S$  und einer Neigung von  $87^{\circ}$  gegen Norden einsinkt. Die Aufeinanderfolge der Schichten ist, von den oberen zu den unteren fortschreitend, nach Anleitung der fig I. der Tafel die folgende:

- a, Weicher Sandstein, stellenweis mit einer schwarzbraunen, dem Erdpech ähnlichen Substanz imprägnirt; enthält Spuren von Lignit.
- b, Aufgelockerter zersetzter Sandstein von dunkelbrauner Umbra ähnlicher Farbe, durchdrungen von Eisen-Alaun und gediegenem Schwefel, der sich auf feinen Kluftflächen und Rissen in der bekannten Form von zierlichen bipyramidalen Krystallen von Demantglanz neben Feder-Alaun ausscheidet.
- c, Schieferiger Sandstein und Schiefermergel, durchzogen vom feinsten eingesprengten Schwefelkies.
- d, Schieferthon mit kleinen zierlich ausgebildeten Pyrit-Krystallen erfüllt.
- e, Sandstein wenig fest; von wechselnd groben und feinen Korn. Die Quarzkörner sind alle abgerundet, durch ein weissgelbliches noch näher chemisch zu untersuchendes Cäment zusammengekittet. Braunrothe, eisenoxydreiche Zonen und Adern machen sich in diesem Sandsteinfloetz von etwa 30 Fuss Dicke bemerkbar.
- f, Thonige Schiefermergel.
- g, Der Sandstein von c, in einer härteren Abänderung.

Deutlich ist zu erkennen, dass die Quelle, der Absonderungsgrenze des Pyriten haltigen Schieferthons ganz nahe, ja tiefer vielleicht auf ihr selbst aus dem Sandstein emporsteigt. Die Felsart ist ohnweit des Quellenbassins selbst auffallend zerfressen, und voller Höhlungen, deren Inneres stärker von Eisenoxydhydrat gebräunt ist, als es das Gestein anderweitig zeigt. Ueberall wo die Dämpfe des Wassers Zutritt haben, sind alaunartige Auswitterungen sichtbar, die der Einfluss der freien Säure zu bedingen scheint, welche durch die Kieszersetzung in der Thonschicht d hervorgebracht wird. Die Alauneflorescenzen finden sich ausschliesslich nur in der nächsten Umgebung der Quelle, deren vielfache Austrittspunkte durch eine lokale Kluftverastelung bedingt erscheinen. Das Emporquellen des Wassers erfolgt unter ziemlich lebhafter Gasentwicklung, die nicht in regelmässiger Strömung, sondern mehr stossweise, unter momentan verstärkter Gasblasenbildung stattfindet.

Ein ziemlich starker Schwefelwasserstoffgeruch wird in der unmittelbaren Nähe der Quellen wahrgenommen, verschwindet aber im raschen Verhältniss der Entfernung von den Letzteren vollständig; ein Umstand der sogleich Zweifel an der Gegenwart von Schwefelmetallen in der thermischen Lösung erregt.

Am 1 Nov. 1852 um 9 Uhr Morgens fand ich die Temperatur des heissesten Quellenpunktes  $55^{\circ}, 6 R$ . bei folgendem Stande der meteorologischen Instrumente: Psychrometer  $t=3.9$ ;  $t'=3.0$ ; Barometer  $b=582,41$   $T=7^{\circ}, 7 R$  <sup>1)</sup>. Zur Zeit meines Wiederbesuchs derselben Quelle am 24 Mai

1) Unter  $t$  ist die Angabe des trockenen unter  $t'$  diejenige des nassen Thermometer verstanden.  $b$  ist die Höhe der Quecksilbersäule.  $T$  ist die Temperatur der Barometer Skala; letztere in halben engl. Lin.



1860 war die heisseste Quelltemperatur  $57^{\circ}$  R. Der Stand der meteorologischen Instrumente um 11 Uhr Morgens war: Psychrometer;  $t=17,4$ ;  $t'=12,8$ . Barometer:  $b=582,60$ ;  $T=19,5^{\circ}$  R.

Da für beide Temperatur-Messungen des Quellenwassers Normal Thermometer von Greiner in Berlin in Anwendung kamen, so kann die gefundene Differenz von  $1,4^{\circ}$  R. nicht durch Mangel an Uebereinstimmung in dem Gange der Instrumente gedeutet werden. Eben so wenig ist der Grund dieser Verschiedenheit in dem möglichen Zutritt, von den Einflüssen der Jahreszeit influirter Tagewasser zu suchen, da die niedere Temperatur im Herbst, die höhere aber im Frühjahr stattfand.

Eine sehr interessante Eigenthümlichkeit der Michailowschen Quelle besteht darin, dass das mit emporsteigende Gas ein Gemenge darstellt, in welchem, ähnlich wie bei dem Brenngase auf der apscheronschen Halbinsel, Sumpfgas neben einer geringen Menge Kohlensäure den Hauptbestandtheil bildet<sup>1)</sup>. Als ich den grösseren aufsteigenden Blasen brennende Spähne nahe brachte, verpufften jene wasserstoffartig. Das pneumatisch aufgefangene Gas bei dem Oeffnen der umgekehrten Flasche angezündet, brennt im Dunkeln mit einer Flamme, die durch ihre stark bläuliche Färbung sich von der ähnlichen mehr gelben des brennenden Gases bei Baku unterscheidet. Das Gas verzehrt sich, ruhig und langsam brennend ohne die geringste Spur sich mit entwickelnder schweflicher Säure. Die Luft in der ausgebrannten Flasche hat ganz den Geruch, den Sandsteinfragmente der Varietät a (Fig. I.) welche mit bituminöser Substanz impraegnirt sind, bei starker Erhitzung von sich geben. Das brennbare Kohlenwasserstoffgas in der heissen Quelle von Michailow steht in einer unverkennbaren genetischen Beziehung zu den bedeutenden Asphalt und Naphtamengen, welche in der thonigen Sandstein und Mergelformation zwischen Terek und Sundja eingeschlossen sind. Diese bituminösen Massen, die ganz besonders dem Schichtenverbande leberfarbiger und gelblicher Schiefermergel und blättriger Schieferthone des tieferen Sandstein Terrains angehören, scheinen den Untersuchungen des Herrn Berg Ingenieur Litevsky<sup>2)</sup> zu Folge, eine besonders starke Anhäufung in der Mitte der flachen Sandstein Mulde zu besitzen. Sehr ergiebige Naphtabrunnen liegen in 12 Werst westlicher Entfernung von Grosnaja in diesem Terrain. (Siehe die Karte.) Bei dem Aufrühren des sandigen Schlammes auf dem Grunde der Michailowschen Quelle, erscheinen an der Oberfläche des Wassers die irisirenden Farben eines momentan sich bildenden Naphtahäutchens. Dieses Irisiren ist mitunter begleitende Erscheinung bei heftiger Gasblasenemporeitung.

Durch die Gegenwart des Sumpfgases und der Naphta tritt die in Rede stehende Quelle in eine Parallele mit der warmen Quelle von Baba Sanan bei Sallian, über welche ich nähere Mittheilungen gegeben habe<sup>3)</sup>. Oefter wiederholte Temperaturmessungen der Quelle bei Michailow würden entscheiden können, ob die von mir beobachtete Differenz in ähnlicher Weise wie bei der Baba Sanan

1) Abich sur les derniers tremblements de terre dans la Perse septentrionale et dans le Caucase, aussi que sur des eaux et des gaz s'y trouvant en rapport avec ces phenomenes. Bulletin de l'Acad. Imp. des sciences à St. Petersbourg. Tom XIV pag. 49.

2) обь изслѣдованіи истороженія асфальта въ окрестностяхъ Михайловской станицы на Сунженской линіи. Статья Горнаго Инженера Литевскаго Горный Журналъ № 1. 1857.

3) Abich, über eine im kaspischen Meere erschienene Insel. St.-Petersburg 1863 pg. 49.



Quelle auf Schwankungen beruht, deren von äusseren Einflüssen unabhängiger Grund in unbekannten Verhältnissen der thermischen Tiefe liegt.

Zur Besprechung der chemischen Natur der Wasser von Michailow übergehend, kann ich dieselbe allein auf eine wörtliche Wiedergabe der Reaktionen beschränken, die ich mit denjenigen analytischen Mitteln an der Quelle selbst einleitete, welche Berzelius bei allen Mineralquellen als genügend erkannte, um eine Anschauung von der Natur der Salze zu gewinnen, welche dieselben aufgelöst enthalten. Ein Mehreres als dies verlangte der geologische Standpunkt meiner Untersuchungen vor der Hand nicht. Hätte mich der alleinige Zweck des Analytikers geleitet, so würde ich das Wenige von mir Ausgeführte der Mittheilung um so weniger für werth erachten können, als die Zusammensetzung der in Rede stehenden Mineralwasser von Michailow seitdem durch Herrn Professor Sinin quantitativ ermittelt worden ist. Das Wasser an sich ist an der Quelle farblos und klar. Es besitzt einen mässig starken Geruch von Schwefelwasserstoff und hat einen faden schwach salzigen Geschmack.

Die in Anwendung gebrachten Reaktionsmittel bewirkten folgende Erscheinungen:

#### § 1.

Lakmustinctur. Einige Tropfen geben dem an der Quelle geschöpften Wasser einen kleinen Stich in das Röthliche. Durch Zusatz einer bedeutenden Quantität der Lösung wird das Wasser dunkel violett gefärbt. Gekochtes Wasser zeigt keine röthliche Färbung.

#### § 2.

Kalkwasser. Einige Tropfen bringen in dem ungekochten Quellwasser eine Trübung hervor, welche allmählich wieder verschwindet. Der Zusatz einer bedeutenden Menge von Kalkwasser bewirkt einen bleibenden Niederschlag.

#### § 3.

Fernambuktinctur bedingt carmoisenrothe Färbung, die bei vermehrtem Zusatz nur dunkler wird, sich aber nicht weiter verändert.

#### § 4.

Essigsaurer Baryt bewirkt in stark mit Säure versetztem Wasser eine bedeutende Trübung.

#### § 5.

Salpetersaures Silber; sehr bedeutender schmutzig grauer Niederschlag, der sich bei Zusatz von kaustischen Ammoniak wieder löst.

#### § 6.

Oxalsaures Ammoniak bringt nach längerem Stehen eine unbedeutende Trübung hervor.

#### § 7.

Phosphorsaures Ammoniak. Zeigt am Anfange keine Reaktion; nach längerem Stehen erfolgt eine schwache Trübung und unbedeutender Niederschlag.

#### § 8.

Kaustisches Kali. Auch wenn es im Uebermaass angewendet worden, verhält sich zum Wasser nach längerem Stehen indifferent.

#### § 9.

Neutrales kohlensaures Kali; zeigt ebenfalls keine Reaktion, auch nicht nach dem Stehen.



## § 10.

Kaliumeisencianür und Kaliumeisencyanid bringen nicht die geringste Wirkung hervor.

## § 11.

Galläpfelsäure oder Tannin; keine Reaktion, weder für sich allein, noch mit Kalkwasserzusatz.

## § 12.

Salpetersaures Blei. Einige Tropfen starker Lösung bewirken in der Quelle selbst eine Umbra farbige dicke Wolke, die mit dem Wasser fortgeführt wird. Wenn dieser Versuch in geringer Entfernung von der Quelle in dem kleinen Kanale gemacht wird, der die vereinigten Wasser abführt, so zeigt sich die Wolke von Schwefelblei schwächer, und zwar vermehrt sich die Abnahme im Verhältnisse des Abstandes von der Quelle progressionsmässig dergestalt, dass die Reaktion in 200 Schritt Entfernung von der Quelle allmählich ganz aufhört. Diese Erscheinung entspricht der vorher schon angegebenen Vermuthung. Sie zeigt recht deutlich, dass das Wasser von Michailow keine Schwefelmetalle in Lösung besitzt, sondern nur als zufällige Schwefelquelle betrachtet werden kann, die eine schwache Beimengung von Schwefelwasserstoff ab an die Atmosphäre abgibt, dessen Entwicklung in diesem Falle sehr wahrscheinlich mit der Anwesenheit des Schwefeleisens und bituminöser Stoffe zusammenhängt.

## 2. Die bittere Salzquelle, горькая соленая.

Tritt an einer etwas höher am Abhange gelegenen Stelle ebenfalls aus dem Sandstein hervor.

Das Wasser ist etwas gelblich getrübt, nicht völlig durchsichtig und etwas opalisirend. Der Geschmack ist schwach bittersalzig fade. Die Temperatur der Quelle fand ich am 2 Nov. 1852 26°, 2. R. Die Prüfungen in Bezug auf qualitative Zusammensetzung gaben folgende Resultate.

## § 1.

Lackmustinctur. Keine violette Färbung wie bei der Hauptquelle, sondern um vieles röthlicher.

## § 2.

Kalkwasser. Der Niederschlag löst sich anfänglich, bis er bei vermehrten Zusatz des Fällungsmittels bleibt.

## § 3.

Fernambuktinktur. Färbung verschieden von der bei dem Wasser der Hauptquelle, d. h. weniger carmoisenroth; mithin nur schwache Reaktion.

## § 4.

Barytsalze bedingen einen bedeutenden Niederschlag, wovon sich nur ein kleiner Theil in Salpetersäure wieder auflöst; der grössere bleibt als schwerer Körper zurück.

## § 5.

Salpetersaures Silber. In der vorher mit Salpetersäure versetzten Flüssigkeit erfolgt ein sehr reichlicher Niederschlag, der in Ammoniak sich auflöst.

## § 6.

Oxalsaures Ammoniak bewirkt eine bedeutend stärkere Trübung als im Wasser der Hauptquelle. Nach langem Stehen setzt sich ein äusserst feiner Niederschlag ab.



## § 7.

Phosphorsaures Natron. Anfangs sehr schwache Trübung nach einigen Stunden erfolgt ein schwacher wolkiger Niederschlag.

## § 8.

Kaustisches Kali. Im Anfang kein Niederschlag. Nachher erfolgt eine schwache Trübung.

## § 9.

Neutrales kohleusaures Kali. Keine Trübung im Anfang. Später sehr schwach.

## § 10.

Cyaneisenkalium. Keine Reaktion; eben so wenig mit dem rothen Kaliumeisencyanid.

## § 11.

Galläpfelsäure. Keine Reaktion, auch nicht nach Zusatz mit Kalkwasser.

Da ich in meinem Tagebuche, keine Anwendung der Bleisalze erwähnt finde, so nehme ich die Abwesenheit des Schwefelwasserstoffs in dieser Quelle № 2 an, auf welche der fast hellgelbliche Niederschlag mit salpetersaurem Silber schon hingewiesen hat.

## 5. Die Slepzowskischen Quellen.

Liegen in westlicher Richtung von der Hauptquelle 1. Es sind drei Quellen die aus schiefrigen Sandsteinmergeln entspringen, welche mit Thonmergeln und eisenschüssigen Sandsteinschiefern wechsellagern. Das Streichen dieser Schichten ist  $0^{\circ}$  N, das Einfallen nördlich mit  $72^{\circ}$ .

Das Wasser der drei Quellen ist klar, schmeckt alkalisch und riecht im hohen Grade stark nach Schwefelwasserstoff. Die Temperatur der wärmsten Quelle fand ich  $29^{\circ}$ , 2. R. Die Reagentien bewirkten folgende Erscheinungen:

## § 1.

Lakmustinctur. Die Reaktion ist schwächer als bei der Quelle 1 etwas stärker als bei Q. № 2. Sehr bemerkbarer Stich in das Röthliche.

## § 2.

Kalkwasser. Nach abwechselnder Trübung und Lösung derselben, erfolgt mit Anwendung des Fällungsmittels im Ueberschuss eine bedeutende, bleibende Trübung.

## § 3.

Fernambuktinktur. Die carmoisenrothe Färbung ist geringer wie in Q. № 1, ohngefähr dieselbe wie bei Q. № 2.

## § 4.

Oxalsaures Ammoniak. Schwache Trübung, die sich nach längerem Stehen mehrt, immer aber schwach bleibt.

## § 5.

Essigsaurer Baryt. Ziemlich starke Trübung; ein geringerer Niederschlag als in № 2 folgt der bei Zusatz von Säuren bleibt.

## § 6.

Salpetersaures Silber. Schmutzig gelblicher Niederschlag, der sich in kaust. Ammoniak auflöst.



## § 7.

Phosphorsaures Natron. Schwache Trübung. Nach Ammoniak-Zusatz bedeutend merklicher.

## § 8.

Kohlensaures Kali. Anfangs nicht merkliche Trübung; später stellt sich dieselbe schwach ein.

## § 9.

Kaustisches Kali. Im Anfange schwache Trübung die nur sehr wenig mit dem Stehen der stark versetzten Flüssigkeit zunimmt.

## § 10.

Kaliumeisencyanür und Kaliumeisencyanid bleiben durchaus ohne Einwirkung.

## § 11.

Galläpfelsäure verhält sich ebenfalls vollkommen indifferent.

## § 12.

Salpetersaures Blei giebt eine schwache Schwefelreaktion.

Die Schlüsse welche die vorstehenden Reaktionen auf die Natur der in den drei Quellen enthaltenen Stoffe gestatten, sind tabellarisch zusammengestellt die folgenden.

| Reagentien.         | Quelle 1.                 | Quelle 2.                         | Quelle 3.                  |
|---------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Lakmustinctur.      | Freie Kohlensäure         | Dieselbe schwächer                | Dieselbe weniger als in 1. |
| Kalkwasser.         | Bicarbonate               | Dieselben mehr als in 1.          | Dieselben mehr als in 1.   |
| Fernambuktinktur.   | Alkali u. kohlen. Erden   | Dieselben weniger                 | Dieselben weniger          |
| Essigsaur. Baryt.   | Schwefelsäure. Spur       | Dieselbe viel mehr                | Dieselbe weniger           |
| Salpet. Silberoxyd. | Chlor. viel               | Dasselbe noch mehr                | Dasselbe wie in 1.         |
| Oxals. Ammon.       | Kalkerde. Spur            | Dieselbe mehr                     | Dieselbe wie in 1.         |
| Phosphors. Natron   | Magnesia. Spur            | Dieselbe mehr                     | Etwas mehr als in 1.       |
| Kaust. Kali.        | Erdsalze. nicht anged.    | Dieselben angedeutet              | Dieselben angedeutet       |
| Kohlens. Kali.      | Keine Reaktion            | Nicht kohlen. Erdsalze angedeutet | Dieselben angedeutet       |
| Cyaneisenkalium.    | Keine Reakt. auf Eisen    | Ebenso                            | Ebenso                     |
| Galläpfelsäure.     | Indifferent auf Eisen     | Ebenso                            | Ebenso                     |
| Essigsaures Blei.   | Schwefelwasserstoff; viel | Dasselbe; sehr schwach.           | Schwächer als in 1.        |

Werden die gefundenen Quellenbestandtheile nach dem Grundsatz zusammengestellt, dass die Basen und Säuren nach ihren relativen Verwandtschaftsgraden in den Quellen selbst vorhanden sein müssen, so ist man berechtigt die qualitative Zusammensetzung der Michailowschen thermalen Wasser wie folgt anzunehmen:



| Q. 1. Temp. 57°, R.          | Q. 2. Temp. 26°,2 R.              | Q. 3. Temp. 29°,2 R.           |
|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
|                              | <i>a. feste Bestandtheile</i>     |                                |
| Chlornatrium                 | Chlornatrium                      | Chlornatrium schwach           |
| Natronbicarbonat             | Natronbicarbonat                  | Natronbicarbonat               |
| Natronsulphat Spur           | Natronsulphat stark               | Natronsulphat                  |
| Kalkbicarbonat Spur          | Kalkbicarbonat mehr               | Kalkbicarbonat                 |
| Magnesiabicarbonat Spnr      | Magnesiabicarbonat                | Magnesiabicarbonat             |
|                              | <i>b gasförmige Bestandtheile</i> |                                |
| freie Kohlensäure            | freie Kohlensäure                 | freie Kohlensäure              |
| Schwefelwasserstoffgas stark | Schwefelwasserstoffgas schwach    | Schwefelwasserstoffgas schwach |
| Sumpfgas                     | o                                 | o                              |

Die bekannte Regel, dass bei allen Quellen, welche freies kohlensaures Alkali enthalten, die Erden an Kohlensäure gebunden sind, hat davon abgehalten, bei der Zusammenstellung der Stoffe die stattgefunden schwache auf nicht kohlensaure Erden deutende Reaktion des kohlensauren Kali auf die Wasser Q. 2 und Q. 3 zu berücksichtigen. Die Erden sind in den drei Quellen als kohlensaure Salze, und zwar als Bicarbonate aufgeführt. Eben so unverkennbar wie der einheitliche generische Charakter der Michailowschen Quellen als hoch alkalische Wasser (Natrothermae nach Vetter) ist auch der Umstand, dass die vorhandene Verschiedenheit der drei Wasser hauptsächlich bedingt ist, durch die Unterschiede der Temperatur, und die Ungleichheit der relativen Mengungsverhältnisse gleichartiger chemischer Verbindungen, bis zum beinahe verschwindenden Zurücktreten einzelner derselben.

## II. Die heissen Quellen bei Starajourt.

Steigen in 13 Werst nördlicher Entfernung von der Festung Grosnaja unterhalb des Nordrandes des Sandsteinplateaus an die Oberfläche, wo der bisherige stätige Zusammenhang des letzteren wie das ganze Plateauverhältniss überhaupt eine namhafte Störung erleiden. (Siehe die Karte.) Diese Störung scheint durch eine von Süd nach Nord gerichtete Bodenbewegung bewirkt, wodurch der Südrand des Plateaus unterhalb Grosnaja völlig zerstückelt und die mitlere Fläche desselben bis zum Niveau der flachen Argun-Thal Ebene in südlicher Richtung abwärts gesenkt worden ist. Am Nordrande hat sich diese Störung allein auf die, mit einer Verwerfung zu vergleichende Verschiebung des Sandsteinterrains beschränkt. Plastisch ausgeprägt erscheint diese Störung in der Verflächung des Nordrandes östlich von dem Thurme; wie in der Verdrängung des zwanzig Werst langen Längentrübens von Korach aus der ostwestlichen Richtung in eine südöstliche.

Die Quellen, welchen ungewöhnliche Wasserfülle und eine dem Kochpunkte des Wassers nahe kom-



mende Temperatur den Rang der denkwürdigsten Thermen des gesammten Kaukasus verleihen, finden sich innerhalb des Gebietes dieser Terrainindislocationen und zwar in den Richtungen der Hauptbruchlinien vertheilt. Diese Verhältnisse werden durch die rothen Linien auf der Karte veranschaulicht, welche die vier Hauptquellen von Istissu; Starajourt, Bragun und Michailow mit einander verbinden. Die Thermen selbst bestimmen die Lage der Endpunkte von zwei stumpfwinklichen, nahe gleichschenkligen Dreiecken, und in denselben den Flächenraum auf dem sich sämtliche heisse Quellen von Bedeutung befinden.

Die Basis des oberen Dreiecks II. III. V. drückt die Richtung der beiden Längenrücken von Umachan Jourt und der Kurinskischen Festung so wie die der Dislocationen aus, durch welche der Schichtenbau des Sandsteinterrains aus dem ostwestlichen Streichen in das von O  $20^{\circ}$  S geführt worden ist. Die Basis des zweiten Dreiecks, I. II. V. von 75 Werst Länge, entspricht der Längachse des Sandsteinsplateaus, sowie der Streichungslinie der dislocirten und synklinal gestellten Sandsteinschichten seiner parallelen Ränder von O  $2^{\circ}$ – $4^{\circ}$  S. In den Scheitelpunkten beider stumpfwinklichen Dreiecke liegen die beiden Centralpunkte thermischer Thätigkeit von Bragun und Starajourt mit den heissesten Wassern der ganzen Gruppe. Mit besonderer Deutlichkeit zeigt sich das Abhängigkeitsverhältniss des gesteigerten quantitativen Erscheinens der Thermen von der Region der stärksten Terrainzertrennung auf dem von dem Dreiecke II. III. V. eingenommenen Raume. Von dem Standpunkte dieser theoretischen Betrachtung gewinnt die Lage der Quellen von Starajourt eine besondere Bedeutung; denn es treten dieselben gerade da auf, wo die beiden in Anspruch genommenen Bruchlinien zum gegenseitigen Durchschnitt kommen. So könnte man sagen, dass sich am Rande der ciskaukasischen Steppe eine Erscheinung wiederholt, durch welche innerhalb der Kammregion des kaukasischen Gebirges ein Hauptgesetz seiner orographischen Entwicklung, „das abwechselnde Ineinandergreifen einer ost-westlichen und einer nordwest-südöstlichen Dislocations und Erhebungsrichtung“, zum vielfachen Ausdruck kömmt.

Von der Terek Ebene gesehen, erscheint der nördliche Rand des Sandsteinplateaus als ein scharfer Kamm, der in der Richtung von O  $10^{\circ}$  S fast geradlinig 50 Werst ohne Unterbrechung fortsetzt. Er wird von den Schichten eines eisenschüssigen Sandsteins gebildet, welche mit schwacher Neigung gegen Süden nach der Plateau Mitte einfallen. Gegen Osten verflacht sich der Plateaurand; die Sandsteinschichten gehen in die Horizontale über und dehnen sich mit sanften, kaum bemerkbaren Gewölbformen über den gesenkten Zwischenraum bis zum Hügelrücken von Korach aus. Die steil abfallenden und terrassenförmig nach Norden vorrückenden Schichten der tertiären Sandstein und Mergelformation befolgen hier, das von der Richtung des Plateaurandes ganz abweichende Streichen von O  $15^{\circ}$  N durch O  $30^{\circ}$  N bis O  $35^{\circ}$  N mit nördlichem Einfallen von  $20^{\circ}$  bis  $35^{\circ}$ . Das Uebergehen des Streichens in eine nordöstliche Richtung, gerade an dieser Stelle tritt bestätigend in den Kreis der vorhin entwickelten Vorstellung von einer Terrain-Störung die durch eine von Süd nach Nord gerichtete Bodenbewegung vermittelt zu sein scheint. Auf solchen terrassenförmigen Vorsprüngen von mässiger Breite, brechen die Hauptquellen von Starajourt in geringer Entfernung von einander mit so reichlichen Wassermengen hervor, dass sie zur Bildung von zwei heissen Bächen Veranlassung geben, die unter dem Namen Meltschika und Scheltschika aus einer Höhe von 487 Fuss über den Terek, über die mächtigen Sandsteintrümmer des steilen Abhanges zur Ebene hinabfliessen und dem nahen Terek, der Staniza Tscherswelonna gegenüber zueilen. Die Thermen dringen aus einem thonigen Conglomerat von Sandsteintrümmern hervor, welches die zersetzende Einwirkung der



heissen Wasser zugleich mit einer Mehrzahl buntgefärbter Thone hervor gebracht hat, unter welchen sich eine weisse der Porcellanerde ähnliche Varietät auszeichnet. Es sind dies dialytische Bildungen welche in überraschender Weise an analoge Zersetzungserscheinungen in den Tufkratern und Solfataren Süd-Italiens erinnern.

Die Wasser der heissesten Quellen dringen mit einer Temperatur von  $71^{\circ},5$  bis  $71^{\circ},8$  R. zu Tage. Sie sammeln sich sogleich in umfangreichen ziemlich tiefen natürlichen Bassins, deren Abzugskanäle ohnweit der Quellen zu einem Bach, der Scheltschika zusammentreten. Die Wasserfülle dieses Baches von  $66^{\circ}$  R und der Umstand seines Herabströmens über einen *terrassirten* Abhang von mindestens 120 Fuss Höhe haben die Anlage einer bedeutenden Zahl von Mühlen, eine über die andere hervorgerufen, welche continuirlich durch dichte Wolken von Wasserdampf umhüllt werden. Das Wasser der ersten Mühle gelangt zu der zweiten mit  $58^{\circ}$  R und verlässt die unterste am Fusse des Abhangs mit  $48^{\circ}$  R. Eine poröse, im Laufe der Zeit durch die Quellenthätigkeit bedingte Sinterbildung von sehr bedeutender Mächtigkeit, hat phantastisch geformte Kanäle und Aquädukte über die Sandsteintrümmer hinweggebildet, die das dampfende Wasser cascadenartig übersprudelt. Der Analyse zufolge besteht dieser gelblich graugefärbte Sinter aus reiner kohlensaurer Kalkerde mit einer Spur von Magnesia; Eben deshalb würde sich dieser Sinter ganz vorzüglich zur Darstellung von reinen Aetzkalk eignen, der bei der weiten Entfernung eines brauchbaren Kalksteins, ein starkes Bedürfniss für die benachbarte Gegend bildet. Eine beachtenswerthe physikalische Erscheinung die nur an die nächste Umgebung der Quellen geknüpft ist, beruht in dem schwärzenden Einflusse, der auf die benachbarten, den Quellendämpfen ausgesetzten Thonmassen ausgeht. Diese Schwärzung ist nur eine oberflächliche, die niemals tief in die Massen eindringt und ihren Einfluss nur auf die unmittelbaren thonigen Ränder der Quellenbassins und ihrer Abzugskanäle und zwar nur bis auf eine mässige Entfernung derselben von den ersteren ausübt. Die Erscheinung ist dem Einflusse der mit den Quellendämpfen entweichenden Hydrotionsäure auf die Eisenvitriollösung zuzuschreiben, von welcher die Thone in Folge geringer Eisenkieszersetzung schwach überzogen sind. Das Wasser selbst ist klar, hat nur einen sehr geringen Geruch nach Schwefelwasserstoff und besitzt einen faden, nur sehr schwach salzigen Geschmack.

Die Wirkungen der Reagentien auf das Wasser waren die folgenden:

#### 1. Die heisseste Quelle von $71^{\circ},8$ R.

##### § 1.

Lakmustinctur bringt keine merkliche Veränderung hervor. Das nicht gekochte Wasser erhält einen schwachen Stich in das Röthliche. Das stark gekochte Wasser bedingt nur einen äusserst kleinen Unterschied in dieser Reaktion.

##### § 2.

Fernambuktinktur färbt sogleich schön hochroth; ungekochtes Wasser wie stark gekochtes reagiren gleich.

##### § 3.

Kalkwasser. Man kann mehrere Tropfen zusetzen, die eine wieder verschwindende Trübung bedingen, bis ein bleibender Niederschlag entsteht.



## § 4.

Barytsalze bedingen Niederschläge, die sich im angesäuerten Wasser bis auf geringe Rückstände wieder lösen.

## § 5.

Oxalsaures Ammoniak bringt nach längerer Zeit eine schwache Trübung hervor.

## § 6.

Phosphorsaures Ammoniak verhält sich in derselben Weise.

## § 7.

Salpetersaures Silber bewirkt nach vorhergegangener Mischung der Flüssigkeit mit Salpetersäure einen bedeutenden Niederschlag, der sich im kaustischen Ammoniak wieder auflöst, im Ganzen aber geringer ist, wie der gleichartige im Wasser der Michailowschen Quelle.

## § 8.

Kohlensaures Kali bringt keinen Niederschlag, nur eine sehr schwache Trübung nach langer Pause hervor.

## § 9.

Salpetersaures Blei wiederholt die sehr schwache Schwefelreaktion die das salpetersaure Silber und zwar nur mit unmittelbar an der Quelle geschöpftem Wasser verrathen hatte.

## § 10.

Cyaneisenkalium. Weder das gelbe noch das rothe Salz bewirken einen Niederschlag, noch erfolgt eine entsprechende Trübung.

## § 11.

Tannin oder Galläpfelsäure bleiben durchaus ohne Einwirkung.

Die Untersuchung über die Natur des Gases welches aus den Quellen von Starajourt in geringerer Menge entweicht als aus denen von Michailow, blieb allein auf die folgenden Versuche beschränkt.

In dem Gase, welches in Glaszylindern von 10 bis 12 Cubiccentim. Inhalt mit Theilung in Zehntel versehen, über Quecksilber aufgefangen war, brachten Stücke von reinem und frischem kaustischen Kali, eine Volumsverminderung von 95 auf 90 Theile, mithin von 5,26 Procent hervor.

Das auf diese Weise von seinem Kohlensäureantheil befreite Gas zeigte im dunklen Raume keine Spur von Verbrennung und erschien auch unvermögend, dieselbe bei angezündeten Holzspähnen zu unterhalten.

Bei mir befindliche geräumige und tubulirte Glasgefäße nebst gläsernen Röhren gestatteten die Zusammensetzung eines pneumatischen Apparates, vermittelt welches das in der heissen Quelle mit einiger Schwierigkeit aufgefangene Gas in eine Wanne mit erkalteten Quellwasser übertragen, und beliebigen Manipulationen unterworfen werden konnte. Auf diese Weise gelang es die absolute Unverbrennlichkeit des Quellen-Gasgemenges wie den überwiegenden Stickstoffgehalt desselben nachzuweisen. Auch erwies sich das Gas keinesweges frei von Naphtageruch.

*b. Die sogenannten eisenhaltigen Quellen*

treten in dreiviertel Werst östlicher Entfernung von den so eben beschriebenen auf einer etwas tieferen Stufe des Sandsteinterrains in linearer Gruppierung ebenfalls mit sehr bedeutenden Wassermengen hervor.



Die etwas eisenhaltigen, sauren Alaunauwitterungen auf dem thonig zersetzten Terrain der nächsten Quellen Umgebung scheinen der Voraussetzung von einer specifischen Verschiedenheit dieser Wasser zu entsprechen zu welcher das denselben beigelegte Epithet «eisenhaltige Quellen» berechtigt.

Die verschiedenen Quellen treten mit Temperaturen von  $54^{\circ}$ ;  $56^{\circ}$  bis  $65^{\circ}$ , 2 R. zu Tage. Die Beobachtungen wurden am 11. Nov. 1852 um 1 Uhr gemacht. Bei einem Barometerstande von  $b=587,11$ .  $T=15,5$  zeigte das Psychrometer  $t=9,7$ .  $t'=7,7^{\circ}$ . R.

In Bezug auf Klarheit und Geschmack des Wassers findet kein merklicher Unterschied von den vorhergehenden Quellen von  $71^{\circ},5$  R. statt; nur der Schwefelwasserstoff macht sich hier in etwas stärkerer Weise bemerkbar.

Die Anwendung der Reagentien brachte die folgenden Erscheinungen hervor.

#### § 1.

Lackmustinktur. Ganz gleiche Reaktion wie bei der vorhergehenden Quelle.

#### § 2.

Fernambuktinktur. Schöne hochrothe Färbung.

#### § 3.

Kalkwasser. Im ersten Augenblicke starke Trübung die sogleich wieder verschwindet, bei vermehrtem Zusatze aber einen bleibenden Niederschlag bedingt.

#### § 4.

Chlorbaryum bewirkte eine der vorhergegangenen in (§ 4 pg.) sehr ähnliche Reaktion; nur schien der in Salzsäure nicht lösliche Rückstand des schwefelsauren Baryt etwas reichlicher.

#### § 5.

Salpetersaures Silber giebt einen bräunlichen in das Weisse ziehenden Niederschlag, der von Ammoniak aufgenommen wird. Dieser Niederschlag erschien etwas schwächer als in der Quelle von  $71^{\circ},5$  R.

#### § 6.

Kohlensaures Kali bleibt ohne Einwirkung, auch nach langer Ruhe der Versuchsflüssigkeit.

#### § 7.

Cyaneisenkalium wie auch das rothe Kaliumeisencyanid Salz zeigten keine Spur von reagirender Einwirkung.

#### § 8.

Galläpfelsäure gab gleichfalls auf Eisen ein absolut negatives Resultat.

#### § 9.

Essigsaures Blei in die Quelle geträpelt, erzeugt im Anfange einen weissen Niederschlag, der sogleich eine schmutzig weisse Farbe annimmt und indem er sich senkt in eine dunkelbraune Wolke übergeht, die einen bedeutenden Umfang gewinnt, und einen Raum von mehreren Quadratfuss einnimmt. Diese Erscheinung ist hier dieselbe, wie in der Quelle von  $71^{\circ},5$  R., wo sie allein weniger intensiv auftritt.



## § 10.

Kaustisches Kali bleibt auch nach langem Stehenlassen der Versuchsflüssigkeit ohne Einwirkung; eine äusserst schwache Trübung bleibt zweideutig.

Wenn auch mein Beobachtungs-Journal keinen Aufschluss darüber giebt, weshalb bei der Untersuchung des in Rede stehenden Wassers die Reaktionsversuche mit oxalsauren Ammoniak und phosphorsauren Ammoniak ausgefallen sind so können doch, weder der Vergleich der übrigen Reaktionen mit den in dem Vorhergegangenen angegebenen, noch das über die physikalische Natur beider Quellen Angeführte, darüber in Zweifel lassen, dass in denselben *ein und dasselbe* Mineralwasser aufsteigt, und dass der vermeintliche Unterschied beider Quellen auf die gleichen Gründe zu basiren ist wie derjenige zwischen den Quellen I. und III. von Michailow. Jedenfalls stehen der allgemein vertretenen Ansicht, dass die Quellen von 54 bis 65° R. bei Starajourt Eisen enthalten die negativen Angaben der angestellten Reaktionsversuche widerlegend gegenüber. Vielleicht hätte es der zu Ratheziehung noch feinerer reaktiver Mittel, wie neutrales Gold-Chlorid, und längerer Zeitanwendung der gemachten Versuche unter Mitwirkung von kohlensaurer Kalkerde-Lösung bedurft, um *das* Minimum von Eisen <sup>1)</sup> zu finden welches von der Tanninsäure allein nicht zu entdecken ist. Das Auswittern etwas Eisenoxyd haltender saurer Salze auf den Thonen der Quellenränder scheint, eben so wie es bei der Hauptquelle von Michailow der Fall war, nur eine Function der fein eingesprengten Kiese zu sein, welche in den thonigen Zwischenschichten nach Anleitung des Profils in Fig. I vorkommen können. Die Quantität des ausströmenden Wassers ist zu bedeutend und erfolgt zu rasch, als dass eine Auslaugung der die Quellenmündung begränzenden Thon-Massen dem Wasser auf diese Weise einen Eisengehalt mittheilen könnte.

In einen nicht minder interessanten Gegensatz stellt sich bei den Quellen von Starajourt der ungewöhnlich mächtige Travertinabsatz derselben zu den geringen Kalkerde-Spuren, welche die Reagentien in dem Wasser nachweisen. Kein einziger physikalischer Umstand auf dem, von den heutigen Quellwassern bei Starajourt berührten Terrain macht es wahrscheinlich, dass eine nur einigermaßen bedeutende Massenvermehrung der porösen Travertine noch in der Gegenwart vor sich ginge. Von dieser Seite findet somit eine interessante Parallele zwischen den *heissesten* Quellen des Kaukasus bei Starajourt und den *kalten* Sauerlingen statt, die ganz besonders in den Hochthälern der Schieferregion des Gebirges in so unglaublicher Anzahl vorhanden sind. Ein grosser Theil dieser Quellen, deren Temperatur in der Regel mit der mittleren Jahrestemperatur des Austritt-Ortes übereinstimmen dürfte, mitunter aber niedriger ist, gehört zu denen, in deren unmittelbarer Nähe bedeutende Travertinmassen eine genetische Beziehung zu einer früher um Vieles stärkeren und umfangreicheren Thätigkeit derselben Sauerquellen verrathen, die in der Gegenwart entweder nur noch sehr wenig, meistens aber gar keinen kohlensauren Kalk mehr absetzen.

### III. Die heissen Quellen bei Bragun.

Sie liegen wie bereits erwähnt in 22 Werst östlicher Entfernung von Starajourt, im Scheitelpunkte des vorhin näher besprochenen gleichschenkligen Dreiecks, der Staniza Bragun gegenüber, auf der rechten Seite der Sundja, nahe ihrer Vereinigung mit dem Terek.

---

1) Nach Phillips und Berzelius.



Dem sehr allmählich sich verflächenden, schwach gehügelten Abhange des nahen Bragunischen Sandstein-Rückens zugewendet, sieht man auf der Ebene rauchende Stellen. Es sind von heissen Wasser getriebene Mühlen, welches bei der letzten, der Quelle bis auf 2 Werst genäherten Mühle noch 290. R. besitzt.

Auf einer von O 20° S. gerichteten Linie, welche mit der Streichungsrichtung des Sandstein-Terrains übereinstimmt, und gerade auf die Thermen führt, finden sich mehrere Stellen an welchen dickflüssige Naphta aus dem Sandstein Conglomerat empordringt.

Die heissen Quellen treten in einer kesselförmigen Ausweitung am Ende eines den nördlichen Abhang des Hügelzuges durchfurchenden Thales auf. Die Hauptquellenpunkte liegen dicht unter dem Steilabfalle der Thalweitung, die hier 80 bis 120 Schritt im Durchmesser haben mag. Die Quellenthätigkeit die in ähnlicher Weise wie bei Starajourt Travertinabsätze in früheren Perioden hervorbrachte, hat hier ein umfangreiches flaches Gewölbe gebildet, dessen Oberfläche ein System von plattenförmig, sich übereinander abstufenden Lagern dargestellt. Diese lagerförmigen Quellenbildungen treten in Form eines ansehnlichen Vorsprungs aus dem Inneren der schwach eingesenkten Thalweitung heraus. Die äusseren Ränder dieses Vorsprungs begränzen steil absinkende Böschungen von Klüften durchsetzt, die radienartig von dem Centrum der flachen Wölbungen auslaufen. Durch diese Zwischenräume wird das von dem Stufenterrain ablaufende Quellenwasser in verschiedene Arme getrennt. Ein jeder dieser Abflussarme hat sich nun einen erhöhten rinnenförmigen Abzugskanal durch den Absatz des Wassers selbst geschaffen, in welchem die heissen Wasser cascadenartig zur Ebene hinabfliessen.

Die heisseste dieser Quellen hat eine Temperatur von 72°,5 R. Die übrigen physikalischen Eigenschaften der heissen Quellenwasser von Bragun stimmen vollkommen mit denen der Starajourtschen Wasser überein.

Ueber die chemische Zusammensetzung derselben entscheiden die Reaktionserscheinungen wie folgt:

#### § 1.

Fernambuktinktur bewirkt eine hochrothe Färbung, schöner als bei allen vorhergegangenen Thermen; im gekochten Wasser keine Reaktion

#### § 2.

Lakmustinktur giebt eine stark violette Färbung mit einem Stich in das Röthliche.

#### § 3.

Kalkwasser sehr deutliche Reaktion auf freie Kohlensäure.

#### § 4.

Baryt Verbindungen. Baryum-Hydrat giebt im umgekochten Wasser einen sehr starken Niederschlag. Essigsaurer Baryt bedingt einen weniger voluminösen, anscheinend geringeren Niederschlag. Der erstere wird durch Salzsäure beinahe völlig aufgelöst; Der zweite dagegen hinterlässt mit Salzsäure behandelt einen deutlicheren Rückstand.

Wird Baryum Hydrat Lösung in die Quelle geträpfelt, so verschwindet der erzeugte Niederschlag sogleich wieder. Mit der Entfernung von der Quelle nimmt die Intensität dieses Niederschlages ab; er erfolgt in 30 bis 40 Schritt von derselben nur noch sehr schwach.



## § 5.

Oxalsaures Ammoniak erzeugt eine sehr bedeutende Trübung, die nach einiger Zeit zum schwachen Präcipitat führt.

## § 6.

Phosphorsaures Natron. Nach vorhergegangenen Eintröpfeln von kaustischem Ammoniak erfolgt erst nach langer Zeit eine sehr schwache Trübung.

## § 7.

Kohlensaures Kali. Giebt im Anfange keine bemerkbare Trübung, erst nach längerer Zeit tritt eine solche in sehr schwachem Grade ein.

## § 8.

Kaustisches Kali zeigt keine bemerkbare Trübung.

## § 9.

Salpetersaures Silber. Nach vorhergegangener Versetzung der Probe mit Salpetersäure erfolgt ein bedeutender Niederschlag, der sich nach Zusatz von kaustischem Ammoniak im vorher gekochten Wasser völlig, im ungekochten mit Hinterlassung von etwas Schwefelsilber wieder auflöst. Bei dem abgestandenen Wasser bleibt kein Schwefelsilber zurück.

## § 10.

Cyaneisenkalium. Das rothe wie das gelbe Salz zeigen nicht die geringste Einwirkung.

## § 11.

Tanninsäure keine Spur von Reaktion.

## § 12.

Essigsaures Blei wiederholt dieselben Erscheinungen wie bei dem Wasser von II. Mit Rücksicht auf die alaunartigen, mitunter etwas vitriolischen Auswitterungen und die anscheinend damit im Widerspruch befindliche absolute Negation der angewendeten Erkennungsmittel des Eisens in sämtlichen Quellenwassern von Bragun, ist hier das pg. 15 bereits Bemerkte zu wiederholen.

Nicht unerwähnt will ich es lassen, dass der sonst mässig feste Sandstein aus welchem die Quellen von Bragun hervortreten, ganz in der Nähe der letzteren die Beschaffenheit eines, dem körnigen Quarzfels ähnlichen Gesteins zeigt.

#### IV. Die heissen Quellen von Umachanjourt.

Finden sich, dem bereits zuvor Angedeuteten gemäss, in südwestlicher Richtung von Bragun, auf der linken Seite der Sundja; einige Werst seitlich von dem Aul Alaschanjourt, auf dem nördlichen Abhange des Sandsteinrückens Korach. Sie sind als Mineral-Wasser des heiligen Petrus bezeichnet.

Von den verschiedenen Quellen, welche hier auftreten, haben die der Festung Umachanjourt am Nächsten liegenden eine Temperatur von  $49^{\circ},8$ . Die übrigen Quellen an dieser Lokalität gehen bis zu  $30^{\circ}$  R. hinab.

Das Streichen der Formation, in welcher die bekannten Sandsteine von feinen und groben Korn im Wechsel mit thonig lehmigen Schichten auftreten, die abgeplattete Concretionen von Sphaerosiderit-Natur einschliessen, ist auch hier O  $15-20^{\circ}$  S., mit constantem Einfallen gegen Süden.



Die Wasser von Alaschanjourt, welche von Seiten ihres physikalischen Verhaltens keine weiteren bemerkenswerthen Unterschiede von denen bei Bragun und Starajourt darbieten, zeigen auch ganz ähnliche Reaktionen wie die vorhergehenden.

§ 1.

Lakmustinktur bewirkt in dem ungekochten Wasser einen rothen Farbenton, der um Vieles bemerkbarer ist als bei dem von Bragun unter gleichen Bedingungen. Im gekochten Wasser tritt die röthliche Färbung dagegen fast gar nicht hervor.

§ 2.

Fernambuktinktur bedingt eine schöne hochrothe Färbung.

§ 3.

Barytwasser bewirkt eben so wie essigsaurer Baryt einen copiösen Niederschlag, der mit Hinterlassung einer intensiv weissgefärbten Flüssigkeit in Salzsäure gelöst wird. Aus der allmählig geklärten Flüssigkeit sondert sich ein schwacher Niederschlag.

§ 4.

Salpetersaures Silber. Ganz wie bei dem vorhergehenden Wasser von Bragun. Es scheint das zurückgebliebene Schwefelsilber von gleicher Menge zu sein, wie unter III § 9.

§ 5.

Kalkwasser bewirkt ganz dieselben Erscheinungen wie unter III § 3.

§ 6.

Phosphorsaures Ammoniak bringt nach langer Zeit eine kaum bemerkbare Trübung hervor.

§ 7.

Kohlensaures Kali und Aetzkali geben auch nach Verlauf einer Stunde nicht die mindeste Reaktion.

§ 8.

Essigsaurer Bleioxyd in die Quelle getropft, zeigt zuerst weisse, und dann sogleich schwarze Wolken.

§ 9.

Oxalsaures Ammoniak. Im Anfange keine Einwirkung; nach längerer Zeit, etwa einer halben Stunde, stellt sich eine schwache Trübung der Flüssigkeit ein.

§ 10.

Galläpfelsäure, eben so wie die Anwendung der Cyaneisen-Verbindungen, bleiben ohne die mindeste Einwirkung.

Eine Sinterbildung ist in der Nähe, wie in der weiteren Umgebung der Quellen nur in schwachen Spuren vorhanden. Dagegen sind die bekannten sauren schwefelsauren Thonerde-Efflorescenzen, etwas von Eisen gefärbt, in unmittelbarer Quellen-Nähe in geringem Maassstabe auch hier wahrzunehmen.

## V. Die heissen Quellen von Istissu.

In einer kleinen Thaleinsenkung auf dem nördlichen Abhange desselben Sandsteinzuges, den die Sundja bei Umachanjourt durchschneidet, treten die Quellen von Istissu, in 18 Werst südöstlicher Entfernung von den so eben abgehandelten Wassern und in einigen Werst Abstand von der kurinskischen Festung mit mässigen Wassermengen hervor.



Diese Wasser haben ein Temperatur maximum von  $59^{\circ}$  R. Farblos und klar wie die vorhergegangenen, haben sie einen schwachen Geruch nach Schwefelwasserstoff, aber nicht den von Naphta. Mitentwicklung von Gas war nicht zu bemerken.

Die qualitative Untersuchung der Wasser bedingte die folgenden Reaktionserscheinungen.

§ 1.

Lakmustinktur. Im ungekochten Wasser eine schwache röthliche Reaktion; schwächer wie bei dem Wasser von Bragun. Im gekochten Wasser erfolgt dieselbe, wie vorausszusehen, in bedeutend geringerem Grade.

§ 2.

Fernambuktinktur giebt eine deutliche Reaktion auf Alkali und kohlensaure Erden.

§ 3.

Barytwasser bewirkt einen sehr bedeutenden Niederschlag, der sich bis auf eine zurückbleibende weissliche, starke Trübung des Wassers wieder auflöst.

§ 4.

Salpetersaures Silber. Giebt ein ganz ähnliches Resultat wie unter IV § 4.

§ 5.

Oxalsaures Ammoniak bringt eine leichte Trübung hervor, die mit der Zeit zunimmt.

§ 6.

Phosphorsaures Natron giebt eine schwache, aber dennoch sehr deutliche Reaktion auf Talkerde. Nach längerer Zeit bildet sich ein geringer Niederschlag.

§ 7.

Tanninsäure. Ohne die geringste Reaktion. Ebenso die beiden Cyaneisenkalium Salze.

§ 8.

Kohlensaures Kali und kaustisches Kali verhalten sich wie bei den vorhergehenden Wassern beinahe völlig negativ.

§ 9.

Essigsaures Blei bewirkt die gleichen Erscheinungen wie in II 6. § 9. nur in schwächerer Weise.

Die Stoffe, welche durch die abgehandelten Reaktionen in den Wassern von II III IV und V nachgewiesen worden, stellen sich in tabellarischer Vereinigung wie folgt zum Vergleich:

| Reagentien. | II.<br>Starajourt.<br>$71^{\circ},5$ R. | III.<br>Bragun.<br>$72^{\circ},5$ R. | IV.<br>Umachanjourt.<br>$49^{\circ},8$ R. | V.<br>Istissu.<br>$59^{\circ}$ . |
|-------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|
| Lackm. T.   | Kohlensäure freie.                      | Viel.                                | Viel.                                     | Wenig.                           |
| Fernamb. T. | Alk. u. kohlen. Erd.                    | Vermehrt.                            | Angegeben.                                | Angegeben.                       |
| Kalkwasser. | Bicarbonate.                            | Angegeben.                           | Angegeben.                                | —                                |
| Barytsalze. | Schwefels. viel.                        | Angegeben.                           | Stärker.                                  | Angegeben.                       |



| Reagentien.     | II.<br>Starajourt.<br>71°,5 R. | III.<br>Bragun.<br>72°,5 R. | IV.<br>Umachanjourt.<br>49°,8 R. | V.<br>Istissu.<br>59°. |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Salptr. Silber. | Chlor mässig.                  | Bedeutend.                  | Eben so.                         | Eben so.               |
| Oxals. Amm.     | Kalkerde angegeb.              | Bedeutend.                  | Wenig.                           | Angegeben.             |
| Phosphors. Nat. | Talkerde Spur.                 | Wenig.                      | Spur.                            | Wenig.                 |
| Kaust. Kali.    | —                              | Keine Reakt.                | Eben so.                         | Eben so.               |
| Kohlens. Kali.  | Erdsalze s. wenig.             | Spur.                       | Keine Reakt.                     | Keine Reakt.           |
| Cyaneisenkl.    | Kein Eisen.                    | Ebenso.                     | Ebenso.                          | Eben so.               |
| Galläpfelsäure. | Kein Eisen.                    | Ebenso.                     | Ebenso.                          | Eben so.               |
| Essigs. Blei.   | Schwefel wenig.                | Wenig.                      | Deutlich.                        | Spur.                  |

Die Schlussfolgen, welche von dieser Zusammenstellung der qualitativ ermittelten Bestandtheile der vier Quellen auf die chemische Natur dieser Mineralwasser ausgehen, führen zu Bildern von unverkennbarer Uebereinstimmung unter sich und von grosser Aehnlichkeit mit denen, wie sie für die Zusammensetzung der Michailowschen Quellen in der tabellarischen Uebersicht pg. 10 erhalten wurden.

Dass diese generische Uebereinstimmung jedoch spezifische, selbst bedeutende Verschiedenheiten zwischen den Quellen von Starajourt und Michailow in Bezug auf die relative Vertheilung gleichartiger Gemengtheile nicht ausschliesst ist unverkennbar. Indessen würde der Versuch in dieser Beziehung aus den angeführten Reaktionserscheinungen weitere Schlussfolgen zu ziehen, die Gränze des Erlaubten überschreiten und schon aus dem Grunde völlig überflüssig sein, weil seit *meinem* Besuche der terekischen Thermenregion im Jahre 1852, die Resultate der quantitativen Untersuchungen veröffentlicht worden sind <sup>1)</sup>, welche die Herrn Herrman und Sinin mit den Wassern der Quellen II und III an Ort und Stelle vorgenommen haben. Es geht aus diesen Analysen, die auf das Befriedigendste mit einander übereinstimmen hervor, dass der Gehalt an festen Stoffen in den Wassern von Starajourt im Mittel 7,76 Gran auf 16 Unzen Flüssigkeit beträgt, wogegen derselbe in den heissesten Wassern der Gruppe bei Bragun bis auf 10,75 Gran steigt. Beide Analytiker nehmen übereinstimmend in dem Wasser № II. 0,04 Gran Schwefelnatrium an, und Herr Herrman bestimmt diese Verbindung in den Wassern der Quellen von Bragun sogar auf 0,389 gran. Die quantitative Analyse hat ferner einen sehr geringen Eisengehalt in den Starajourtschen Wassern nachgewiesen, der mit 0,009 Gran Eisenoxyd von Herrn Sinin und 0,0132 Gr. von Herrn Herrmann angegeben wird. Es zeigt sich somit deutlich, dass der Nachweis einer so kleinen Menge von Eisen in den Mineralwassern, durch die von mir in Anwendung gebrachten Reagentien, bereits über das Erreichbare hinaus liegt. Aus dem Vergleiche dieser Resultate mit denen, welche Herr Prof. Sinin über die quantita-

1) Полное систематическое практическое описание минеральных водъ etc. Въ Россійской имперіи, составилъ Кондратій Грумъ, С. Петербургъ 1855 pg. 144.



tive Zusammensetzung der Michailowschen Wasser <sup>1)</sup> gegeben hat erfolgt das interessante Resultat, dass die Wasser, die auf der *Nordseite* des Sandsteinplateaus mit 71° und 72°,5 R hervortreten, einen um mehr als die Hälfte geringeren Gehalt an Salzen besitzen, als diejenigen des *Südrandes*. Für die Michailowschen Thermen fällt der geringste Gehalt an festen Stoffen von 20,89 Gran, mit der höchsten Temperatur in der Quelle 1 von 57° zusammen; dagegen correspondirt die grösste Menge der Bestandtheile von 44,93 Gran mit der niedrigsten Temperatur von 26°2 R. in der Quelle 2. In der Quelle 3 von 29°,2 R. sind in 16 Unzen 21,35 Gran feste Bestandtheile aufgelöst. In der Quelle 1 von Michailow ist das normale ursprüngliche Wasser von Starajourt mit 12,6 Gran Chlornatrium gemengt zu erkennen; eben so in der Quelle 2, wo die Beimengung von Chlornatrium jedoch auf 23 Gran und die von Glaubersalz von 3 auf 6 Gran gestiegen ist.

Die vorhergegangenen Untersuchungen haben den Beweis gegeben, dass die heissen Quellen zwischen dem Terek und der Sundja auch in chemischer Beziehung zusammengehören und ein thermisches Ganzes bilden, dessen Glieder nach einer schon von Vetter <sup>2)</sup> treffend gebrauchten Ausdrucksweise, sich in einer ähnlichen geologischen Beziehung zu den Rändern einer grossen plateauartig isolirten Terrainform befinden, wie die Reihen-Vulkane zu den Küsten der Continente stehen, welche sie umsäumen. Dieser Vergleich verbindet den Begriff der Thermen mit der Thatsache der Wärmezunahme nach der Tiefe und bezeichnet die heisse Quelle nur als den Ausdruck einer bestimmten Modalität der Vulkanität, welche nach derjenigen, die sich in den eigentlichen Schlamm-Vulkanen ausprägt, in die am höchsten potenzierte Bedingtheit der thätigen Vulkane übergeht. In der ersten *laugt* das thermische Wasser, mit Hülfe der begleitenden Gase die Gesteine aus, in der zweiten führt es die letzteren im *mechanisch* zerstörten Zustande an die Oberfläche und in dem dritten Stadium treibt es die Gebirgsarten *geschmolzen* hervor und entweicht selbst als glühender Dampf in die Atmosphäre, um den Kreislauf von der Höhe nach der Tiefe von Neuem zu beginnen. Auf die Allgemeinheit der geologischen Bedeutung des Thermensystemes zwischen Terek und Sundja wird später noch einmal zurückzukommen sein.

## ZWEITER ABSCHNITT.

### VI. Die heissen Quellen von Metli am Sulak.

Im Jahre 1847 hatte ich mich der Expedition der Truppen nach Gerghebil und Salti angeschlossen und verfolgte den Zweck, von den damals zugänglichen Theilen Daghestans eine erste geognostische Anschauung zu gewinnen.

Schon zu jener Zeit war ich auf der Durchwanderung des nördlichen Daghestan bis zum kaspischen Meere mit der warmen schwefelhaltigen Quelle bekannt geworden, welche auf der Hälfte des Weges von Temyr-Chan-Schura über Atliboini und Tarki nach Petrowsk, in einer orographisch reich gegliederten Gegend auftritt. Der Mangel an genügenden Vorrichtungen gestattete mir damals keine anderen als nur physikalische Beobachtungen. Erst bei meiner Wiederkehr nach diesem Gebiete im Jahre 1852, war

1) l. c. pg. 80 bis 83.

2) Vetter l. c. Tom. II. pag.19.



ich im Staude mir über die chemische Natur und systematische Stellung dieser, als tarkinische Schwefelwasser bekannten Thermen den gewünschten Aufschluss zu verschaffen.

Um die geologische Bedeutung dieser Thermen ganz zu würdigen, ist es nöthig, die allgemeinen geognostischen Verhältnisse der Gegend zwischen den genannten Orten und Petrowsk, nach Anleitung des Profils Fig. III der Tafel, etwas näher in das Auge zu fassen. Profile wie das angegebene, welche nach hypsométrischen Werthen construirt, die vertikalen und horizontalen Dimensionen des zu betrachtenden Terrain-durchschnitts nach einem und demselben Maasstabe wiedergeben, gewähren den Vortheil, dass sie die Erkenntniss von der geologischen Bedeutung der Terrainformen die eine Gebirgsgegend darbietet schnell vermitteln.

Die Formationen, welche das Terrain der Abdachung des nördlichen Daghestan bis zum Ufer des kaspischen Meeres zusammensetzen, gehören allein in die Classe der geschichteten, nicht krystallinischen Gesteine. Die ältesten Glieder dieser Ablagerungen repräsentiren die Formations-Epochen der *oberen Kreide*. Auf ihnen liegen in concordanter Lagerung die Schichten aus der *älteren Tertiärzeit*, welche ihrer Seits von den nicht gleichförmig aufliegenden *obertertiären* Bildungen bedeckt werden.

Die auf dem Profile mit dem Buchstaben *A* angedeuteten

#### *Kreidebildungen,*

sind dieselben wie ich sie in meiner Abhandlung über Daghestan<sup>1)</sup> charakterisirt habe. Auf dem in Rede stehenden Gebiete erscheinen sie:

- a*, als feste, plattenförmige, *Inoceramen* einschliessende Kalkschichten welche mit grauen thonig kalkigen, mitunter bituminösen Mergeln in Verbindung auftreten. Die *Inoceramen* Kalke gehen nach Oben zu in eine mit:
- b*, bezeichnete mächtige Etage von kalkig thonigen Kreidemergeln und ansehnlichen Schichten tufartiger Kalke über, die ich der Schichtenfolge zurechne, welche in der genannten Abhandlung als *groupe supracretacé* aufgeführt ist. Die mit dem Buchstaben *B* bezeichneten:

#### *Älteren Tertiärbildungen*

- begreifen zwei grosse Etagen, die mit constanten Charakteren sehr weit verbreitet sind. Die untere Etage
- c*, schliesst weiche thonige Schiefer von dunkelgrauer, mitunter beinahe schwarzer Farbe und gypsreiche blättrige Schiefer-Thone von lichtbräunlichem, bisweilen gelblichem und leberfarbigem Aussehen ein, welchen abgeplattete Concretionen von eisenreichen Steinmergeln in grosser Menge eingelagert sind. Diese Schichten enthalten Fischreste und unter diesen insbesondere viele kleine, cykloidische Schuppen von dunkelbrauner Farbe und schmelzartigem Glanz, die mit äusserst feinen excentrischen Streifen versehen sind. Diese Schuppen stellen ein sehr charakterisches und verbreitetes Fossil dar, welches die Fixirung ein und desselben geognostischen Horizontes, sowohl auf der Nordseite wie auf der Südseite des Kaukasus gestattet. Unter deutlich zunehmenden Eisengehalt gehen diese Bildungen nach Oben in sandig thonige und dunkelbraune blättrige Schiefer über, welche durch Eisenoxydhydrat-reiche Sandsteinlager mit cavernösen Eisenstein-Geoden von einander getrennt werden und das Liegende für die Etage:
  - d*, bilden. In derselben gewinnt der, bisher mit den dunklen Schiefeln wechselnde Sandstein eine selbstständige und sehr mächtige Entwicklung. Geognostisch gleichwerthig mit demjenigen des Plateaus

1) Sur la structure et la geologie du Daghestan l. c. pg. 7.



zwischen Terek und Sundja, gleicht er ihm auch in lithologischer Beziehung und erinnert an Stellen, wo er eine besondere Mächtigkeit zeigt, mitunter an Quadersandstein. Die Zwischenablagerungen von sehr guten grösstentheils cavernösen Braun-Eisenerzen, die sich auch in den oberen Schichten der Etage *d* wiederholen, beweisen die geognostische Zusammengehörigkeit der beiden Etagen *c* und *d* in ein und demselben Formationsganzen und sie sind es, die der Abtheilung *B* eine besondere technische Bedeutung geben. Die Beweise dass diese Eisenerze früher einen bedeutenden Grad der Benutzung gefunden haben müssen, liegen in der grossen Menge von alten Gruben, die sich namentlich auf der Höhe des flachen Sandsteinrückens in dicht gedrängten Gruppen finden, der von Kaffir-Kumyk in östlicher Richtung zum Rakum-Tau hinanzieht. Einen vorherrschenden Antheil nimmt diese Sandsteinformation an der geognostischen Terrain-Entwicklung des gesammten nördlichen Antheils des Schamkal-Tarkinischen Kreises. In ungleichförmiger, mitunter übergreifender Lagerung folgt auf die Schichten der Abtheilung *B* das, auf dem Profile unter *C* begriffene Formations-Ganze der:

*jüngeren Tertiärbildungen.*

*e*, entspricht in demselben der ansehnlichen Schichtenfolge einer *unteren*, mehr kalkig sandigen Etage in welcher gelblich lehmige und thonige Bänke mit Zwischenlagern von äusserst feinen Muschelfragmenten mit einander wechseln. Mit Annäherung an die obere Etage stellen sich feste, für das Wasser nicht permeable Thone ein von sandigen Thonen bedeckt, auf welche mehrfach mit einander abwechselnde dünne kalkige Platten und ockerbraune lehmig sandige Schichten folgen, die ihrerseits von bläulich grauen sandigen Thonen überlagert werden. Diese Schichten bilden das Liegende der *oberen* Etage:

*f*, die aus festen, aber grösstentheils cavernösen Muschelkalkbänken zusammengesetzt ist. Den lithologischen, wie den biologischen Charakteren nach, gehören diese Schichten in den geognostischen Horizont der obermiocänen Steppenkalke. *Mastra podolica* Eichw. und *Tapes gregaria* Partsch sind für sie bezeichnende Formen; eben so finden sich darin bei Petrovsk die bedeutenden Einschlüsse derselben Reste von *Phoca* und von *Cetaceen* aus der Familie der *Baleniden*, wie sie in den analogen Muschelkalkschichten des Plateaus von Stavropol und auf den Halbinseln Taman und Kertsch bekannt sind.

Die obermiocäne Tertiärformation *C*, welche für den Tarkinischen Kreis nur auf die Meeresküste und die mit derselben parallel laufenden benachbarten Hügelrücken beschränkt ist, hat eine sehr wichtige hydrographische Bedeutung, die sich aus der mineralogisch-physikalischen Natur der Schichten und aus den Lagerungsverhältnissen beider Etagen zu einander erklärt. Die poröse Beschaffenheit der Muschelkalkbänke der oberen Etage *f* begünstigt das rasche Eindringen und Tiefersinken der atmosphärischen Niederschläge. Der reichliche Wasservorrath der den oberen sandig thonigen Schichten der unteren Etage *e* zugeführt wird, sammelt sich über einer festen Thonschicht an, die das Tiefersinken des Wassers verhindert. Wo sich günstige Lagerungsverhältnisse mit diesen physikalischen Zuständen verbinden, treten jedesmal reichliche Quellen an die Oberfläche. In einer ausgezeichneten und seltenen Weise werden diese Erscheinungen an dem isolirten Tafelberge von Tarki sichtbar.

Durch die schwache Neigung des gesammten Schichtenbaues dieses Berges, der mit seinem scharfen südlichen Rande bis zu 2384 Fuss absoluter Höhe in die feuchte Meeresluft emporragt, werden alle Wasser die in seinem Innern über der Thonschicht sich ansammeln nach der nördlichen Seite des Berges geführt, wo sie am Fusse der steil absinkenden Kalk-Etage *f*, in einer Höhe von 8 bis 900 Fuss, in den berühmten Quel-



len von Tarki, Aliberikent und Torkali mit Temperaturen von 8 bis 9° R an die Oberfläche treten. Die zwar nur nach dem Augenschein als *aussergewöhnlich* und sehr bedeutend zu schätzende Wassermenge der drei Quellen zusammengekommen, wird nun ausschliesslich auf einem Tafelberge von nicht mehr als 9,51 □ Werst Oberfläche <sup>1)</sup> condensirt. Jedenfalls würden diese Wasserquantitäten bedeutend geringer sein, wenn die Oberfläche des isolirten Berges in der Richtung seiner Längachse nicht eine flache, durch synklinale Neigung der Schichten bedingte thalförmige Einsenkung besässe, und wenn vor Allen diese Oberfläche nicht zum grösseren Theile mit einer sehr dichten waldartigen Busch und Unterholz-Vegetation, wie überhaupt mit einem üppigen Pflanzenwuchse bekleidet wäre. Das bedeutende Gewicht, welches für die Wassererzeugung des Tarkinischen Berges auf diesen letzteren Umstand fällt, wird in der Gegenwart sehr deutlich bewiesen, indem die seit Jahren bei den drei Quellen gleichmässig bemerkte Abnahme des Wassers in einem bestimmbar Verhältnisse zu dem Grade der Entholzung des Plateaus steht, die in bedauerlicher Weise von den Anwohnern des Berges fortgeführt wird. Ueber den Thatbestand dieser Wasserabnahme belehrte mich mein letzter Besuch der Gegend im Jahre 1860, in Verbindung mit dem Rückblicke auf die Beobachtungen, die ich über diese Quellen und ihre Wassermengen zuerst im Jahre 1847 gemacht hatte.

Da es möglich wäre die jährlichen Quantitäten, welche die Quellen am nördlichen Abhange des Tafelberges von Tarki debitiren durch direkte Messung zu bestimmen, so könnte dieser interessante Berg als grossartiges Pluviometer in Anwendung kommen, aus dessen Angaben nicht nur die Bedingungen für Quellenbildung genauer studirt, sondern auch der Einfluss numerisch scharf ermittelt werden könnten, der von der Wald- und Vegetations-Bedeckung auf das quantitative Verhalten der Quellen überhaupt ausgeübt wird.

Wird nun auf Grundlage der dargelegten geognostischen Natur des Schamkal-Tarkinischen Küstengebietes die relative Vertheilung der drei verschiedenen Formations-Glieder nach Anleitung des Profils näher in das Auge gefasst, so ergeben sich sogleich einfache und übersichtliche orographische Grundzüge, in welchen das Bildungsgesetz der gesammten Reliefgestaltung des Terrains zu einem geologischen Ausdruck kömmt. Dieses Bildungsgesetz ist aber ganz übereinstimmend mit dem, welches ich für den Bau und die Orographie des inneren Daghestan nachgewiesen habe. Als Grundzug der Oberflächengestaltung war daselbst das Verhältniss paralleler Gewölbketten hervorgetreten, die in naher Berührung neben einander fortlaufen und synklinale Thäler zwischen sich lassen. Es wurden diese Ketten als Faltungen des Bodens aufgefasst und ihre Entstehung schien auf den seitlichen Druck zurückgeführt werden zu müssen, den das Emporsteigen des centralen Schiefergebirges der kaukasischen Kammregion auf die gleichförmig übereinandergelagerten Schichten des mittleren Jura und des Kreidegebirges ausübte.

Augenscheinlich haben sich die Wirkungen dieses horizontalen Seiten-Druckes noch viel weiter gegen Norden und Nordosten über das mittlere Daghestan hinaus, auf die niedrigere Küsten-Region erstreckt, wo das Kreidegebirge *A* von den Gliedern der Abtheilungen *B* und *C* aus der tertiären Periode überlagert wird. Somit stellen sich denn auf diesem Raume die typisch orographischen Formen der geöffneten

1) Für diese durch die Methode der Wägung gemachte Bestimmung wurden zwei Quadrat-Zoll aus starkem Veilinpapier ausgeschnitten, deren jeder nach der zweiwerstigen Karte einem Oberflächenraume von 4 Quadratwerst entsprach. Beide Ausschnitte wogen 0,209 und 0,208 Grm. Die nach gleichem Maasstabe auf dasselbe Papier gebrachte Oberflächen-Contour des Tarki-Tau wog ausgeschnitten: 0,496 Grm. Aus dem Verhältnisse von 0,2085: und 0,496 Grm. erfolgt die Oberfläche des Tarki-Tau zu 9,51 Quadrat-Werst.



Gewölbeketten, als flache sogenannte Erhebungsthäler wie im mittleren Daghestan ein, nur durch das geologische Alter der dislocirten Formationen von diesen unterschieden. In Daghestan sind es die Schichten des *Oxford Terrain* oder die des *Néocomien*, welche die Central-Wölbung des Systems vermitteln; hier ist es die obere Kreide, das *terrain senonien* von D'Orbigny, welches als das älteste Formations-Glied in der Central-Region der Erhebungsthäler auftritt, deren weit auseinandertretende Ränder durch Ablagerungen aus der älteren Tertiärperiode gebildet werden. Das Profil bringt zwei orographische Formen dieser Gattung im Durchschnitt zur Anschauung, deren Central-Gewölbe in den Bergen Eldima-Tau und Gougourt-Tau, südlich von Paraul und Geli, 18 Werst auseinander liegen. Das von beiden allein vollständig sichtbare System des Gougourt-Tau gehört zu derjenigen Modifikation der Erhebungsthäler, deren Centralgewölbe der Länge nach gesprengt ist <sup>1)</sup>. Die eine Randhälfte desselben hat in den steil gestellten Sandsteinschichten des Narat-Tiub und denjenigen von Atliboini eine starke Einsenkung und zwar in diesem Falle gegen Nord-Ost in nahe paralleler Erstreckung mit dem kaspischen Meere erfahren.

Aus den Lagerungsverhältnissen, unter welchen die Etagen der obertertiären Formations-Gruppe *C* sich ausschliesslich dem eingesunkenen nördlichen Flügel des Systems anschliessen, wird es sehr wahrscheinlich, dass das letztere während der Ablagerungs-Epoche der Schichten von *e* und *f* als ein flaches geschlossenes Gewölbe bestand. Die Bodensenkung, welche einen wesentlichen Theil der heutigen Reliefgestaltung der ganzen Gegend bedingte, scheint somit erst nach der Ablagerung der obermiocänen Muschelkalke von *C*, also gegen das Ende der Tertiärperiode eingetreten zu sein. Auch lehren die Messungen der Streichungslinien der Schichten von *B* und *C*, dass dieses dynamisch nothwendig erscheinende Folgeereigniss vorhergegangener Terrain-Erhebung durch Faltung, in einer von der ostwestlichen Aufrichtung des Gougourt-Tau ganz abweichenden Erstreckung von Südost nach Nordwest erfolgt ist. Durch die punktirten Linien ist versucht, dieser theoretischen Vorstellung einen erläuternden Ausdruck zu geben. Alle übrigen physikalisch geologischen Verhältnisse der interessanten Gesamtregion zwischen dem Sulak, dem Schura und dem Monas Osen entsprechen dieser Vorstellung befriedigend. Die bald mehr bald minder genäberten, sich schaarenden und mitunter durchkreuzenden, meistens flachen Plateaurücken auf der Ostseite des Gougourt-Tau, sind die Ränder von schmalen und breiteren synklinalen Thalebenen der Schiefermergel und Sandsteinformation *B*. Auf der westlichen Seite dagegen erscheinen die zonenartig zusammengedrängten, niedrigen, aber steil und mauernartig aus dem ebenen Boden hervorragenden Sandsteinzüge von Kumter-Kalé, Kaptschugai einer, und Kaffer-kumyk anderer Seits, als die deutlichen Fortsetzungen der antiklinalen Schichten der Hochrücken des Narat Tiub und des Rakum-Tau. Diese Schichten zeigen durch die Verschiedenheit ihres Streichens von  $0\ 40^{\circ}\ S$  durch  $0\ 12^{\circ}\ S$  nach  $0\ 31^{\circ}\ S$  und  $0\ 47^{\circ}\ N$ , bei durchgehenden nördlichen Einfallen in der Etage von Kaptschugai, den unregelmässigen Verlauf des vorhin erwähnten Senkungsphänomens, und führen die Wirkungssphäre des letzteren in hemisphärischer Biegung bis an den Sulak. Hier erleidet das sich wieder mächtig erhebende Sandsteingebirge mit dem ihm anlagernden Muschelkalke der jüngeren Formationsabtheilung *C*, durch den von Süd nach Nord gerichteten Thalspalt des Sulak, eine ganz ähnliche Verschiebung, wie diejenige, welche das Sandsteinplateau zwischen Terek und Sundja *da*, zeigt, *wo* es von letzterem Flusse quer durchsetzt wird. Wie an der Sundja, so ist auch hier am Sulak die Region der stärksten Schichten-Störung durch das Erscheinen:

1) Sur la structure et la géologie du Daghestan I. c. pag. 10.



*der heissen Quellen,*

in drei Werst nördlicher Entfernung von dem Aul-Metli auf der linken Sulak-Seite bezeichnet.

Im Sommer 1860 habe ich diesen vielbenutzten Quellen von Metli einen kurzen Besuch widmen können, den die unsicheren Zustände der Gegend mir im Jahre 1852 versagt hatten, als chemische Untersuchungsmittel mir zu Gebote standen, mit welchen ich 1860 nicht versehen war. Die wenigen Beobachtungen, die ich vornehmen konnte, reduciren sich auf das Folgende. Von Tschirjourt das Sulak Thal aufwärts gehend, fand ich das Streichen der äquivalenten *Maetra*-Kalke von Petrovsk und vom Tarki Tau, welche die erste Vorgebirgs-Mauer bilden, mit der das Gebirge aus der hier von aralo-kaspischen Schichten bedeckten Ebene aufsteigt, gleich unterhalb des Thurmes an der Brücke: O  $4^{\circ},5'N$ , mit  $38^{\circ}$  nördlichem Einfallen. Diese Kalke lagern unmittelbar auf weisslichen Sandsteinen, die im Wechsel mit schiefrig thonigen Mergeln den ersten Sandsteinrücken zusammensetzen, und merglig-schiefrigen Sandsteinen übergeordnet sind. Diese Sandsteinschichten zeigen starke Efflorescenzen von schwefelsaurer Magnesia und fallen mit O  $3^{\circ} S$  Streichen  $30^{\circ}$  gegen Norden ein.

Etwas weiter thalabwärts geht das Streichen der Sandsteine in O  $15^{\circ} N$  mit nordnordwestlichem Einfallen von  $44^{\circ}$  über und hier erscheinen die heissen Quellen, auf den Absonderungsflächen der Schichten des Sandsteins am steilen Sulak-Ufer hervortretend. Die in mässiger Höhe sehr reichlich strömende, hauptsächlich zum Baden benutzte Quelle hat eine Temperatur von  $35^{\circ},2 R$ ; weiter hinab treten aus derselben Sandsteinschicht Wasser von  $47^{\circ},2 R$ ; hervor. Die heissesten Thermen finden sich jedoch dicht unterhalb der schroff hervorspringenden Fels-Klippe; sie quellen im Niveau des Flusses selbst, aus dem Sande mit  $55^{\circ},2 R$ . empor.

Die obere Quelle von  $35^{\circ},2 R$  hat einen angenehmen, etwas alkalischen Geschmack; die Beimengung von Schwefelwasserstoff ist so gering, dass sie die Anwendung des Wassers zur Theebereitung nicht beeinträchtigt. Die Quellen bringen sämmtlich nur äusserst wenig und schwachblasig perlendes Gas mit empor. Die am Abhange ablaufenden Wasser setzen etwas weissen Schlamm ab. Die Wassermenge der oberen Quellen ist sehr bedeutend, denn der Sammelbehälter mit einer Abzugsöffnung von 5 Zoll im Durchmesser, bleibt immer auf demselben Niveau. Die heissesten Quellen von  $55^{\circ} R$  scheinen den Sulak quer zu durchsetzen. Ueberall sieht man aus dem Ufersande bis zum Saume des Flusses Blasen und heisses Wasser hervordringen.

Sehr nahe bei diesen alkalischen Quellen, etwas höher am Sandsteinufer dringen warme Eisenwasser von  $32^{\circ},2 R$ , mit sehr deutlichem Eisen-Geschmack hervor, die aber wenig Absatz von Eisenoxydhydrat veranlassen. Das Wasser soll wirksam sein und wird vielfach benutzt.

Bemerkenswerth ist der Umstand, dass das Auswittern von Bittersalz auf den Sandsteinschichten, im Umkreise der Quellen eine allgemein verbreitete Erscheinung ist,

Der Stand der meteorologischen Instrumente war am 21 Juni um 12 Uhr zur Zeit der, bei den Quellen gemachten Beobachtungen, im Niveau des Sulak wie folgt: Psychrometer;  $t=25,6$ ;  $t'=17,6$ . Barometer;  $b=594,40$  T= $27,5 R$ . In Bezug auf räumliche Beziehungen in welchen die Metlinischen Quellen zu dem System der heissen Quellen an der Sundja stehen, ist die Thatsache noch von Bedeutung, dass die gerade Linie von 84 Werst Länge welche die Quellen von Starajourt mit denen von Metli verbindet, eine Richtung von O  $30^{\circ} S$  besitzt und dass diese Linie in ihrer südlichen Verlängerung als constante Dislocationsachse innerhalb der Sandsteinformation, die vorerwähnte Senkungsregion durchsetzt. Als eine der Hauptstreichungslinien wirkt sie auf die ganze orographische Entwicklung bis nach Buinak und zur Meeresküste mit bestimmend ein.



Für den Zusammenhang, der zwischen der Richtung grosser *chthonischer* <sup>1)</sup> Bruchlinien und dem Erscheinen der Thermen wie der Gas und Schlamm-Quellen überhaupt stattfindet, bietet sich auf dem in Betrachtung gezogenen Gebiete noch einmal ein vollgültiges Beispiel in den:

### VII. Tarkinischen geschwefelten Thermalquellen

dar. Diese Thermen liegen genau innerhalb der Achsenzone des Gougourt-Tau und zwar an der östlichen Basis des genannten Berges, der die centrale elliptische Wölbung in der Mitte des schon mehrfach besprochenen, durch die Sandsteinformation *B* gebildeten Erhebungsthalles einnimmt. Gegen Osten und Süden ist dieses Thal amphitheatralisch abgeschlossen, indem die Sandsteinformation nach diesen Seiten, wie schon erwähnt, plateauartig fortsetzt. Gegen Westen ist das System in seiner ganzen Breite geöffnet und dacht sich sanft gegen die weite Thalebene von Kumter-Kale und Kapschugai ab. Ein schmales Querthal durchsetzt nördlich die Sandsteinschichten des Ringwalls und vermittelt den Abfluss der Gewässer aus dem Innern der östlichen, Taligyn-Dara genannten Thal-Hälfte, nach der Seite der Meeresküste.

Das centrale Sandstein-Gewölbe des Gougourt-Tau ist in seiner Längenrichtung an der Ostseite durch ein enges aber tief einschneidendes Thal bis über die Hälfte seiner Länge hinaus geöffnet; Ein bedeutender Theil der Schichten der Kreideformation *A* ist hier blossgelegt und die ostwestliche Streichungsrichtung wie die antiklinale Disposition dieser Schichten sind deutlich zu erkennen. Ein anmuthiger Weg führt durch dieses Thal zu der von einer schönen Eichenwald-Vegetation bedeckten, flachen Gipfel-Region des Berges empor, welcher meine Barometermessung eine absolute Höhe von 2973 Fuss beilegt. Dem Eingange zu diesem Thale ganz nahe, tritt die warme Quelle auf der schwach gegen Osten zum Taligyn-Dara geneigten Abhangs-Fläche aus dem Kreide-Mergel-Terrain in absoluter Höhe von 780 Fuss, mithin 2193 Fuss unterhalb der Gipfel Höhe des Gougourt Tau und 2014 Fuss unter dem Sandsteinplateau-Rande des Rakum Tau hervor.

Das schwefelhaltige Wasser fliesst als kleiner Bach ziemlich lebhaft aus einem flachen natürlichen Bassin von 14 bis 15 Fuss im Durchmesser ab, auf dessen Grunde, der westlichen Peripherie des Bassins ganz nahe, die Quelle selbst ohne sichtbare Bewegung austritt.

Bei meinem ersten Besuche der Quelle, am 17 Juli 1847 12 Uhr Morgens fand ich die Temperatur des Wassers in der Mitte des Bassins  $24^{\circ}$  R; bei folgendem Stande der meteorologischen Instrumente: Psychrometer;  $t=24,3$   $t'=17,7$ ; Barometer;  $b=585,76$ .  $T=25,3$ . Bei dem zweiten Besuche am 26 Nov. 4 Uhr p. m. 1852 zeigte mein Normal Thermometer die Temperatur der eigentlichen Quelle am Bassinrande  $27^{\circ},8$  R. Der Stand der meteorologischen Instrumente war: Psychrometer;  $t=7,6$   $t'=4,30$ ; Barometer;  $b=584,46$   $T=7$ .

Das Wasser ist durchsichtig und klar, aber den Grund des Bassins bedeckt ein schwarzgrüner Schlamm. Auf der Oberfläche schwimmen rundliche dünne Blättchen von fein ausgeschiedenen kohle-sauren Kalk mit etwas Schwefel gemengt. Das Wasser an und für sich, riecht wenig nach Schwefel oder Schwefelwasserstoff, dagegen ist in der Umgebung des Bassins der Geruch nach diesem Gase unter Wind beinahe unerträglich stark. Auf die Geschmacks-Organen reagirt das Wasser im hohen Grade unangenehm. Im ersten Augenblicke schwach salzig, wie etwas kühlend, dann aber fällt sogleich ein bitterer, fast stiptischer

<sup>1)</sup> Von dem griech. Worte *chthon*. Erde. Chthonisch ist Alles was sich auf Struktur und Architektur der eigentlichen Erdveste bezieht. Siehe C. F. Naumann Lehrbuch der Geologie Band I pg. 7 und 289.



Geschmack auf die Zunge von äusserster Widrigkeit, den man schwer wieder los wird, zumal wenn das Wasser einige Augenblicke im Munde behalten war. Der flache Bodenabhang nach der Abflusseite der Quelle ist mit schalenförmigen Absatz-Krusten bis auf weite Entfernung bekleidet. In dem Abzugskanale der sich weiter hinab veraestelnd über diese Fläche verbreitet, zeigt sich die interessante Erscheinung, dass das klar aus dem Bassin getretene Wasser nach einem Laufe von etwa 100 Schritt stark milchig wird, einige hundert Schritt weiter aber, bedeutend geklärt über einen gelblichen Schlamm fein abgesetzten Schwefels hinwegfliesst. Eine Gasentwicklung aus der Quelle ist kaum bemerkbar.

Die an dem Quellen-Bassin und zwar an der Stelle des eigentlichen Quellenpunktes angestellten Reaktionsversuche zur Ermittlung der qualitativen Zusammensetzung des Wassers waren die folgenden.

§ 1.

Lackmustinktur. Gekochtes Wasser giebt nur alkalische Reaktion; ungekochtes Wasser färbt sich röthlich, wenn gleich wenig.

§ 2.

Fernambuktinktur giebt eine sehr intensive rothe Färbung.

§ 3.

Kalkwasser giebt in einigen Tropfen angewendet, eine Trübung, die sogleich wieder verschwindet; bei verstärktem Zusatz des Reagenz wird sie bleibend und bringt einen Niederschlag hervor.

§ 4.

Baryt - Wasser giebt einen sehr copiösen Niederschlag, der sich nur zum kleineren Theile in Salzsäure wieder löst.

§ 5.

Oxalsaures Ammoniak bewirkt einen sehr bedeutenden Niederschlag, der mit Zusatz von Salmiak sich nicht mindert.

§ 6.

Salpetersaures Silber bedingt in dem stark mit Salpetersäure versetzten Wasser einen aschgrauen Niederschlag, der sich zum grösseren Theil mit Zurücklassung von ziemlich viel Schwefelsilber in Ammoniak wieder löst.

§ 7.

Phosphorsaures Natron mit wenig Ammoniak Zusatz giebt sogleich eine bedeutende Trübung, der ein Niederschlag folgt.

§ 8.

Essigsaures Baryt bedingt einen copiösen Niederschlag, der dem Angriffe von Salzsäure kaum merkbar weicht.

§ 9.

Kohlensaures Kali bewirkt eine sogleich eintretende starke Trübung, die sich beim Erhitzen der Flüssigkeit in einen copiösen Niederschlag verwandelt.

§ 10.

Kaustisches Kali erzeugt eine Trübung die beim Erhitzen in einen flockigen Niederschlag übergeht, der etwas gelblich erscheint.



## § 11.

Essigsaures Blei bringt einen dunkelbraunen Niederschlag hervor, der mit Zusatz von Salpetersäure sich nur sehr wenig verringert.

## § 12.

Tanninsäure giebt ebenso wenig Reaction auf Eisen wie die Cyaneisenkalium Salze.

Die aus den vorstehenden Reaktionserscheinungen zu ziehenden Schlüsse ergeben für das Wasser die folgenden Bestandtheile. 1) Freie Kohlensäure nach § 1. 2) Alkalien; sehr wahrscheinlich. 3) Schwefelsäure; nach § 4 und 8 viel. 4) Chlor; nach § 6 ziemlich viel. 5) Kalkerde; nach § 5, 9 und 10 sehr viel. 6) Talkerde; nach § 7, 9 und 10 viel. 7) Schwefel; nach § 6 und 11 bedeutend.

Mit Rücksicht auf die übrigen gemachten physikalischen Wahrnehmungen würden die Basen, die Säuren und das Chlor nach den bekannten Grundsätzen etwa wie folgt zu verbinden sein.

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Natronsulphat.    | Kalkcarbonat.    |
| Chlornatrium.     | Talkcarbonat.    |
| Kalksulphat.      | Schwefelcalcium. |
| Magnesiumsulphat. | Hydrothion.      |
| Chlorcalcium.     | Kohlensäure.     |

Diesen Ergebnissen zufolge, würden die warmen Quellen von Taligyn Dara in die Classe der schwefelhaltigen, kalkig-erdigen Thermen « Chaliko-Theiothermae » nach der Vetter'schen Nomenclatur<sup>1)</sup> zu stellen sein.

Die Anwesenheit des Schwefelcalciums, wie der unterschwefligsauren Verbindungen in diesen thermalen Wassern, eine Annahme wozu alle Erscheinungen nöthigen, so wie das Uebergewicht der Erdsalze in denselben zeigen eine Mischung an, welche für die Richtigkeit der Vorstellung über die Abhängigkeit der Lage und der Natur der Thermen von den dynamisch geologischen Grundzügen des Terrains spricht, wie eine solche von Seiten der geognostischen Verhältnisse des nördlichen Kaukasus-Abfalles in nicht zu verkennender Weise überall angedeutet wird.

Der Versuch, die Entstehung dieser eigenthümlichen Quellen befriedigend zu deuten, verlangt die Annahme, dass das ursprünglich vielleicht schon Chlornatrium und schwefelsaure Magnesia in Auflösung haltende thermale Wasser, in der Tiefe bei seinem Eintritte in das Kalkgebirge schwefelsauren Kalk aufnahm, der sich unter der Mitwirkung von bituminösen Stoffen theilweise in Schwefelcalcium verwandelte. Die aus der Tiefe mit dem Wasser emporsteigende Kohlensäure hätte dann die Bedingungen für die Zerlegung eines Theils des Schwefelcalciums in doppelt kohlensauren Kalk und Schwefelwasserstoff zu geben; während der Sauerstoff der atmosphärischen Luft auf allmähliche Umbildung des gelöst gebliebenen Schwefelcalciums und eventuell auch des Schwefelnatriums in unterschwefligsaure Verbindungen wirken müsste.

1) Handbuch der speciellen Heilquellen Lehre von A. Vetter. Berlin 1845 Tom. I p. 210 u. 208.



Geognostische Verhältnisse, wie sie den hier aufgestellten Bedingungen für die Entstehung schwefelhaltiger Thermen dieser Gattung vollständig entsprechen, sind von mir in Daghestan nachgewiesen worden <sup>1)</sup>. Die Verhältnisse schliessen sich daselbst ganz besonders an den inneren Bau der mit dem Gougourt-Tau parallel liegenden Kreidegewölbe an, welche bis zur Basis des mittleren Jura hinunter geöffnet sind. In der hier übersichtlichen Reihenfolge aller Schichten sieht man die obere Kreide-Etage mit einer, an einigen Stellen barometrisch von mir gemessenen Mächtigkeit von 1500 Fuss auf der mittleren sandigen Grünsand-Etage von etwa 600 Fuss und diese regelmässig auf der unteren Kreideformation, dem *Néocomien*, von 900 Fuss approximativer Mächtigkeit lagern. Allmählig gehen die untersten, sandig thonigen Schichten der Kreide-Periode in diejenigen des oberen Jura über. Das Formations-Ganze dieser oberen Jura-Abtheilung ist von beinahe ausschliesslich kalkigen Charakter. Es umfasst feste, und siliciöse Kalke, neben merglich thonigen, aschgrauen, bituminösen Kalken. Ein eben so eigenthümliches als mächtiges Glied dieser *oberen* daghestanischen Jura-Formation ist eine Dolomitbildung, in welcher zuckerförmige Kalke mit festen, aber porösen Dolomiten und derartigen Breccienmassen verbunden sind. Diese, von bituminösen Stoffen nicht überall gleichmässig durchdrungenen Dolomite bilden so zu sagen die Lagerstätte für bedeutende Alabaster und Gypsbildungen in welchen sehr bauwürdige Ablagerungen von gediegenem Schwefel wie bei Tscherkat <sup>2)</sup> am Sala Tau, und auch Chlornatrium-Incrustationen auf gangartigen Spalten vorkommen. Es sind geologisch sehr bedeutsame Umstände, dass die Alabaster und Gypse sich mit besonderer Mächtigkeit vorzugsweise innerhalb der Achsenregion der geöffneten domartigen Wölbungen entwickelt zeigen; dass ferner die Dolomitbreccien und unregelmässigen cavernösen eisenschüssigen Gyps-Massen namentlich im Inneren der Querschluchten gleichsam empordrängend aus der Tiefe auftreten, und dass ausschliesslich im Schoosse dieser Bildungen, welche in so hohem Grade das Gepräge epigenischer Wirkungen tragen, Schwefel, Chlornatrium und Bitumen in den Dolomiten eingeschlossen, in Daghestan vorkommen. Das Mitherscheinen thermaler schwefelhaltiger Bitterwasser von 14° R <sup>3)</sup> in unmittelbarer Nähe schwacher Chlornatrium-Quellen in dem Thale des Andischen Koiçu bei Chonchidatl, gerade da, wo der Fluss ein bedeutendes von Ost nach West gerichtetes Längen-Gewölbe quer durchschneidet, tritt die oben in Anspruch genommene Genese in ihrer faktischen Abhängigkeit von den verlangten geognostischen Bedingungen in der klarsten Weise an den Tag. Welcher Ansicht man auch in Bezug auf die Entstehung der in paralleler Beziehung zu einander stehenden Gewölbketten Daghestans sein mag, ob man sie als die Wirkungen durch Seitendruck hervor-gebrachter Bodenfaltung betrachtet, oder ob man in ihnen die mit Volumsvermehrung der Massen verbundenen Wirkungen epigenischer Processe im Inneren des Kalkgebirges erkennen will, die auf thermischem Wege *allmählig* in der Richtung lange vorhandener Terrainspaltungen in der Tiefe stattfanden, gewiss ist es, dass die Kreide Wölbung des Gougourt-Tau in ihrer tieferen Basis aus denselben geognostischen Elementen gebildet ist, wie sie die höher gehobenen und stärker geöffneten Längen - Wölbungen innerhalb der daghestanischen Umwallung den Blicken darlegen.

Thatsächlich ist also auch hier das Erscheinen der Thermen auf der antiklinalen Achsenlinie einer ursprünglichen Terrain-Spaltung und sicher scheint der Ersatz, den die Ermittlung der chemischen Zusammen-

1) Sur la structure et la géologie du Daghestan pg. 5 et 6. — 3) l. c. pg. 32.

2) l. c. pg. 27.



setzung der Thermen für die geognostische Kenntniss grösserer Tiefenstufen zu gewähren vermag, welcher direkten Beobachtung unzugänglich bleiben.

Bemerkenswerth ist für die, den Gougourt-Tau betreffenden besonderen geologischen Verhältnisse noch das Vorkommen von Naphta, welche an der nördlichen und südlichen Basis des Berges aus den oberen Kreidemergeln hervortritt, die den ältesten tertiären Schichten daselbst zur Unterlage dienen. Aus wenig tiefen Brunnen wird auf der nördlichen Seite in der Richtung nach Atliboiny ein dunkles und zähflüssiges Erdöl in geringem Maasse gewonnen.

Die mir gemachten Mittheilungen von noch anderen Schwefelquellen die sich bei dem Orte Atliboiny im Gebirge finden sollten veranlassten mich, von den Schwefelwassern des Taligyn-Dara den Weg nach Petrowsk über das in der Nähe der vermeintlichen Quellen liegende Dorf

#### *Atliboiny*

einzuschlagen. Sobald man zwischen dem Gougourt-Tau und Narat-Tiub (Siehe das Profil Fig. III) jenseit der Naphtabrunnen die bewaldete Bergpartie Gogotbaschar verlassen hat, die noch der Kreidemergelformation *b* angehört, trifft man zuerst auf die dünnblättrigen leberbraunen und dunklen thonigen Schiefer *c*, die sich mit  $0\ 45^\circ$  S. Streichen und steilem Einfallen gegen NO in bedeutender Mächtigkeit entwickeln. Sie schliessen Braun-Eisenstein in dünnen Schichten und kleinen Nestern ein; namentlich mehrt sich dieses sandige Erzvorkommen mit dem Annähern an die mächtigen Schichten heller Sandsteine, die theilweise ebenfalls eisen-schüssig sind, und bedingt innerhalb der bituminösen Schiefer-Etage, die der Sandsteinformation als ein besonderes Glied angehört, einen wahren Eisenerz-Reichthum. Wirkliche Sphärosiderite wechseln, lagerförmig in den braunen Schiefern eingeschlossen, mit Sandsteinen die von Eisenoxyd durchdrungen sind. Die feinkörnigen thonigen Schichten enthalten die besten Erze. Ausserdem sind diese Schichten häufig mit Naphta getränkt und da die Sandsteine und thonigen Schiefer mitunter viel eingesprengten Schwefelkies enthalten, so erfolgt mit dem Eindringen der Atmosphärien Zersetzung, die ein etwas eisen und schwefelhaltiges Wasser hervorbringt. In Verbindung mit verwesenden Vegetabilien findet Schwefelwasserstofferzeugung statt, welche sich im nahen Dorfe Atliboiny durch den Geruch, besonders Nachts zumal in der heissen Jahreszeit auf eine sehr lästige Weise bemerkbar macht.

Aus diesem Terrain gelaugte Wasser bedingen nun bei dem Dorfe etwas, einer Mineralquelle Aehnliches. Naphta schwitzt an einigen Stellen zwischen den Sandsteinen und den bituminösen Schiefern hervor, aber nur in geringen Quantitäten.

Eine Beobachtung der meteorologischen Instrumente in Atliboiny am 17 July 1847 um, 5 Uhr Morgens gab für das Psychrometer;  $t=15,7$ ,  $t'=13,8$ ; Barometer;  $b=580,10$ ;  $T=16,5$ . Eine fast gleiche absolute Höhe wurde durch eine zweite Beobachtung desselben Tages um 9 Uhr für den Ort Agatsch-Aul angedeutet der auf denselben Sandsteinschichten wie bei Atliboiny in der Mitte des Thales zwischen dem Rücken des Narat-Tiub und des Tafelberges von Tarki liegt. Der Psychrometerstand war hier  $t=21,6$ ,  $t'=16,6$  und das Barometer zeigte  $b=579,85$ ;  $T=22,3^\circ$  R. Der Richtung des Streichens der immer niedriger werdenden Sandsteinrücken vom Orte Agatsch-Aul südöstlich bis zum 18 Werst entfernten Salzsee, zwei Werst vom Meere entfernt folgend, leitet der Weg zu den Naphtaquellen die auf der nördlichen Abhangs-Seite des letzten Sandsteinrückens Kanabour, aus den schiefrigen Mergeln und Sandsteinen hervordringen. Der Sandstein ist im bedeutenden Umkreise der Quelle mit Naphta durchdrungen und schliesst



eine Art von *Kyrr*, ein viscöser Uebergangszustand der Naphta in Asphalt, ein. Weiter südöstlich tritt aus schwach dem Meere zugeneigten Bänken derselben Felsarten ein kleiner Bach von salzig bitterem Wasser hervor, welches über die Schiefermergel rinnend, auf beiden Seiten einen Salzbeschlag absetzt. Das Wasser geht dem Salz-See zu, der unmittelbar einem Muschelkalkboden von derselben Natur wie die obersten Schichten von *C* Fig. II des Tafelberges von Tarki eingesenkt ist. der Boden des Sees wird wie gewöhnlich durch einen von Bittersalzen durchdrungenen Thon gebildet. Es scheint, dass die nicht unbedeutende Produktivität dieses Salz-Sees auf Salz-Quellen Zuflüsse zurückgeführt werden muss die dem Sandstein-Terrain *B* entsteigen.

Die geognostische Constitution der Küstenregion, wie sie in dem Vorhergehenden angedeutet und durch das Profil versinnlicht worden ist, bleibt *dieselbe* für die ganze Erstreckung von Petrowsk bis Derbent, und nur in den stratigraphischen Verhältnissen treten namhafte Abänderungen ein. Die Kreideformation *A* bleibt auf der ganzen Küstenstrecke in einer bei weitem grösseren Entfernung von dem Meeresufer und kommt längs desselben nirgend zur Sichtbarkeit. Die ältere tertiäre Abtheilung *B* bildet, als die vorherrschende Formation, besonders in Verbindung mit den schiefrig sandigen Schichten der Etage *c*, den Boden der weiten Thalebenen von Paraul, Gheli und Deschlagar, Orte welche mit Inbegriff von Temyr-Chan-Schura durch eine nahe übereinstimmende absolute Erhebung von 1400 bis 1500 Fuss sehr wohl die mittlere Höhe der gemeinsamen alt tertiären Plateaustufe repräsentiren, womit die nördliche daghestanische Gebirgsumwallung von dem höheren Kreidegebirge an, zum Meere absetzt. Eine etwas höhere, durch die Sandstein - Etage *d* zusammengesetzte 6 bis 8 Werst breite Tafelzone erstreckt sich, randgebirgsartig jener Plateaustufe aufgesetzt, in gerader Linie 50 Werst in O 45° S parallel der Küste hinab. Nur an zwei Stellen wird diese wallartige Zone von zwei kurzen thorartigen Querschluichten durchsetzt, die im Monas und Kaka-Osen die sämtlichen westlich aus dem fernerem Kreidegebirge kommenden Wasser von der alt-tertiären Stufe über die obere von *C* hinaus, dem Meere zuführen. Karabudach Kent, das schönste Dorf des Schamkalischen Kreises, mit seinen reichen Quellen und Gärten liegt am inneren Ausgange der Schlucht des Monas Osen wo der Paraul und Gubden-Osen sich vereinigen. Die nördlich einfallende Sandsteinformation entwickelt hier eine ähnliche Breite wie zwischen Kaptshugai und Kumter-Kale und ist bei weitem weniger gewaltsam dislocirt. Es sind zwei flache Hauptrücken die in der Richtung von NW nach SO neben einander parallel laufen. Sie bestehen aus mächtigen Sandsteinbänken von 4 bis 10 Toisen Mächtigkeit im Wechsel mit thonig lehmigen Schichten und Schieferthonen von lichten Farben; das Ganze bietet eine dürre Region dar, deren Thalsenkungen häufig mit Sodakräutern bedeckt sind. Die jüngere miocäne Formation *C* bildet die flache unmittelbare Küstenzone ohne Unterbrechung bis Derbent, und noch weiter hinab. Alles spricht dafür, dass die absolute Höhe dieser Formation von 2384 Fuss im Tarki-Tau, durch die lokale Erhebung der Kreide *A* im Gougourt-Tau bedingt wurde, die in der genäherten Richtung von West nach Ost, auf die schon lange vorher stratigraphisch von NW nach SO disponirte Tertiärformation hebend einwirkte. Mit der Entfernung von diesem Kreidegewölbe nach Süden, sinken auch die ober miocänen Tertiärlagerungen sogleich auf ein niederes Niveau herab so, dass die Schichten des Tarki-Tau und von Petrowsk bald darauf mit dem unterliegenden Sandstein *d* eine wenig über das Meeresniveau erhabene, sanft geneigte Lage einnehmen. Aus diesem Grunde befindet sich auch der vorerwähnte Salzsee 18 Werst unterhalb Petrowsk in dem oberen, beinahe horizontal liegenden Muschelkalke *f* eingesenkt, der mit den unterliegenden Schichten von *e* allmählich in übergreifender Lagerung wieder südwestlich gegen das Sand-



steingebirge in SW ansteigt aber nicht völlig darüber hinweggreift. Erst in dem isolirten Hochrücken von Buinak der in 40 Werst Entfernung von dem Tarki-Tau ebenfalls vorgebirgsartig von Westen gegen Osten hervortritt, und sogar Veranlassung zur Bildung einer Bucht giebt, erhebt sich die Formation *C* noch einmal wie im Tarki-Tau nur mit der geringeren Höhe von 1700 Fuss über das Meeresniveau. In dem Schichtenbaue dieser beiden Berge zeigt sich übereinstimmend ostwestliches Streichen und ein schwach synklinales Verhalten der festen Muschelkalkschichten *f*, welche den oberen Theil des Berges zusammensetzen. Es sind dies Verhältnisse, die eine besondere Bedeutung bei einem Berge wie der Altün-Dagh am Ende eines Höhenzuges gewinnen, der genau von Ost nach West mit zunehmender absoluter Höhe vom Meeresufer ab 50 Werst fortsetzt und als Parallel-Erhebung der Kreideformation in die östliche Umwallung der daghestanischen Centralregion, im Hochrücken des Arkas übergeht. Die Sandsteinformation *B*, obschon vom Altün-Dagh überragt, setzt dagegen ohne von der kalkigen jüngeren Tertiärformation *C* bedeckt zu sein, mit südöstlichem Streichen noch 18 Werst weiter bis zum Kaka-Osen fort. Diese Tertiärformation sinkt dagegen südlich vom Altün-Dagh bald wieder bis zu einem geringen Niveau über die Meeresoberfläche hinab und bildet den Untergrund der vom Diluvium nivellirten, undulirenden und sterilen Küsten-Ebene von Kajakent, zu der man in sanfter Neigung von dem *glacisartigen* Abhange des Sandstein-Vorwalles der Thalebene von Deschlagar hinabsteigt. Die dem Meere zugewendeten Steilabfälle der Stufe von *C* zeigen ohnweit Kajakent in ähnlicher Weise wie am Tarki-Tau und Altün-Dagh, eine *obere* Schichtenabtheilung von festen cavernösen Muschelkalken und eine *untere* von lockeren, gelben thonig lehmigen Schichten, im Wechsel mit feinem Muschelsande, deren sanfte Neigung landeinwärts gerichtet ist. Diese geognostischen Verhältnisse bleiben südöstlich von Kajakent bis dahin dieselben, wo jenseits eines 9 bis 15 Werst breiten und 45 Werst langen Küstenstriches der dritte Fall eines von West nach Ost, vorgebirgsartig bis an das Meer hervortretenden Längentrüben, in dem Scheidegebirge zwischen Kaitach und Tabasseran eintritt. Hier gewinnen die Muschelkalkschichten vom Tarki-Tau, von Petrovsk und Buinak im Djelgandagh, unmittelbar über Derbent, wieder eine absolute Erhebung von 2356 Fuss. Dieser grossen Theils von Alluvialbildungen bedeckte Küstenstrich, der die niedrigen Regionen der Distrikte Terekmen, Kaitach und Derbent mit aufnimmt, verdankt dem Zutritte der Wasser die ihm *ein* Hauptfluss, der Bagan oder Ullutschai und *zwei* Nebenflüsse, der Tuschli-Baschli und der Darnachtschai zuführen, seine reiche Bebauung und besonders die Garten-Cultur die ihn so vortheilhaft auszeichnen. An der nördlichen Gränze des Cultur-Delta's, welches vom Bulan-Tschai in der Mitte des Küstenstriches ausgeht, liegen in 14 Werst Entfernung von Kajakent und in 32 Werst von Derbent, dicht am Meeresufer, die berühmten

### VIII. Schwefelhaltigen Thermalquellen von Kaitach.

Es sind drei Quellen, welche auf einem sehr flach gewölbten Terrain von travertinartigen Absätzen hervortreten, deren Bildung eine frühere Periode höher gesteigerter Quellen-Absatzthätigkeit zu verlangen scheint als diejenige, welche in der Gegenwart wirksam ist. Das Terrain, auf dem die Quellen mit einigen Gebäuden sich befinden, ist von dünenartigen Muschelsand-Anwürfen des ganz nahen Meeres umgeben. Die Wasser der Quellen fliessen ziemlich rasch gegen Osten einer sumpfbartigen, Salz auswitternden und zum Theil mit Gras bedeckten Fläche zu, die mit einem sehr umfangreichen Salz-See communicirt, der hinter den Dünen der Küste sich südöstlich ausbreitet, aber werthlos ist, da er nur eine Bittersalzlauge enthält. Eine der



Hauptquellen, in einem Bassin gefasst hat  $38^{\circ},8$  R. Temp. An einigen Stellen steigen Luftblasen, aber intermittierend empor. Ein mässig starker Geruch von Schwefelwasserstoff-Gas geht von der Oberfläche des Wassers aus. Eine andere Quelle deren Temperatur ich  $35^{\circ}$  R fand, tritt unmittelbar aus dem Travertinboden hervor. Die Dritte Quelle in einem kleinen geschlossenen, überwölbten Bassin gefasst, hat eine Temperatur von  $39^{\circ},8$  R. Die Temperaturmessungen wurden am 24 July 1847 um 10 Uhr bei folgendem Stande der Instrumente vorgenommen. Psychrometer;  $t=21,8$   $t'=15,8$ . Barometer;  $b=599,60$ ;  $T=22^{\circ},5$  R. Längere Berührung mit der Luft bedingt auf der Oberfläche dieser Wasser die den schwefelhaltigen Quellen gewöhnliche dünne Haut, die sich mit Zurücklassung von fein vertheiltem Schwefel mit Brausen in Säure löst. Auch scheiden sich auf der Oberfläche des Wassers gelbliche schleimige Theile aus, die sich festen Körpern ansetzen. Gemauerte Kanäle leiten das Wasser in die Baderäume. Das Gestein dieser Mauerungen ist poröser miocäner Muschelkalkstein. Das durch die Fugen sickernde Wasser setzt durch Verdunstung schwefelsaure Salze ab. Der Geschmack des Wassers ist bitter und stiptisch, durchaus dem der tarkinischen schwefelhaltigen Thermalquelle entsprechend. Das im 7 Fuss tiefen und überwölbten Bassin eingeschlossene Wasser vom Lichtstrahl getroffen, zeigt eine grünliche Farbe. In demselben geschlossenen Bassin ist der Bodenabsatz von Travertin-Krusten mit Schwefel nur gering.

In den offenen Abzugskanälen zeigt sich an der Wasser-Oberfläche ein schwarzer, mitunter carmoisinrother Schlamm.

Die Anwendung der bekannten Reagentien auf das Wasser der dritten Quelle von  $39^{\circ},8$  R zeigte folgende Erscheinungen.

#### § 1.

Fernambuktinktur bedingt eine ziemlich bedeutende Röthung. Dieselbe Probe mit gekochtem Wasser bewirkt eine noch weit intensivere Reaktion. (Alkali und kohlensaure Erden.)

#### § 2.

Lakmustinktur giebt eine schwache Reaktion, die bei ungekochten Wasser aber durch Röthung entschieden deutlicher hervortritt. Bei stärkerer Anwendung des Reagens erscheint der Stich in das Röthliche bedeutend stärker. Mit längerem Stehen verschwinden die blaue wie die röthliche Farbe ganz wieder in der Flüssigkeit. (Freie Kohlensäure.)

#### § 3.

Kalkwasser. Entschieden beweisend für die Gegenwart freier Kohlensäure. Man kann bedeutende Mengen des Quellwassers hinzusetzen, durch welche der eben entstehende Niederschlag sogleich wieder gelöst wird. Gesättigt, setzt die Flüssigkeit ein ganz ansehnliches Praecipitat ab. (Freie Kohlensäure und Bicarbonate.)

#### § 4.

Oxalsaures Ammoniak. Giebt erst bei längerem Stehen eine schwache Trübung. Auch neuer Zusatz von kaust. Ammoniak im Ueberschuss und Versetzung mit Oxalsäure vermehren die Trübung nicht. Nach anderthalb Stunden ist sie dieselbe geblieben. (Sehr wenig Kalkerde.)

#### § 5.

Salpetersaures Silber. Vorher mit Salpetersäure versetztes und dann gekochtes Wasser, giebt einen sehr copiösen Niederschlag, der mit Zurücklassung von Schwefelsilber sich zum grösseren Theil in kaust.



Ammoniak wieder löst. Ungekochtes Wasser giebt einen viel stärkeren dunkelbraunen Niederschlag, der sich langsam niedersetzt beinahe das ganze Glas eine Zeitlang ausfüllend. Es ist dies die stärkste-Reaktion die ich mit salpetersaurem Silber bei irgend einem der vorherbetrachteten Wasser wahrgenommen habe. Beides, sowohl in Bezug auf Chlor wie auf Schwefelgehalt. (Viel Chlor und Schwefel.)

#### § 6.

Phosphorsaures Ammoniak. Giebt im Anfange keine merkbare Trübung. Erst nach einiger Zeit bildet sich ein flockig voluminöser Niederschlag, der als solcher lange in der Flüssigkeit schwebend bleibt. (Magnesia wenig.)

#### § 7.

Essigsaurer Baryt. Starke Trübung; unter Kochen der Flüssigkeit bildet sich bald ein ganz ansehnlicher Niederschlag, den Salzsäure mit Brausen löst. Eine starke weisse Trübung der Flüssigkeit ist das Bleibende. (Schwefelsäure wenig.)

#### § 8.

Kaustischer Baryt. Sogleich ein flockiger sehr voluminöser Niederschlag, der der Salzsäure brausend weicht; eine bedeutende Trübung wie in § 7 zurücklassend. (Freie Kohlensäure, und schwefelsaure Salze.)

#### § 9.

Kohlensaures Kali und kaustisches Kali bringen keine Trübung hervor; auch nicht nach mehr stündigen Stehenlassen der Probe. (Nur kohlenst. Erdsalze)

#### § 10.

Salpetersaures und Essigsaures Blei bewirken einen schwarzbraunen sehr copiösen Niederschlag, der mit Salpetersäure gekocht verschwindet; ein dunkelschwarzer Rest weicht der Säure erst allmählig. (Viel Schwefel).

#### § 11.

Tanninsäure. Keine Reaktion auf Eisen; eben so wenig durch blausaure Eisenverbindungen. (Keine Beimengung von Eisensalzen.)

In Bezug auf die *sub* § 2 bereits erwähnte Entfärbung der Lakmustinktur scheint mir noch die folgende Wahrnehmung Erwähnung zu verdienen. Zwei Wasserproben in Probegläsern von Cylinderform bei welchen viel Lakmustinktur angewendet worden, waren in einem leeren metallenen Becher zur Seite gestellt. So weit die Flüssigkeit in den Cylindern in dem Schatten des Bechers vor der Einwirkung des Sonnenlichtes geschützt war, fand die Entfärbung zuerst und bald statt; dagegen blieb der obere, von der Sonne getroffene Theil der Flüssigkeit im Cylinder noch lange unverändert und farbig, so dass sich bei dem Herausnehmen der Cylinder das Phänomen einer zur Hälfte entfärbten unteren Flüssigkeit und einer oberen tief blauen, scharf von derselben getrennten zeigte. Wiederholte Versuche mit einer grösseren Anzahl von Proberöhren angestellt, bestätigten jedesmal die Erscheinung. Versuche in Betreff der Natur der, mit den Quellwassern aufsteigenden Gase beschränkten sich auf das Folgende. Ueber Wasser aufgefangenes Gas wurde in einem Cylinder, mit Baryumhydrat in Berührung gebracht und stark mit dieser Lösung geschüttelt. Aus derselben setzte sich in der Ruhe ein schwacher Niederschlag ab, der sich mit Brausen in Salzsäure wieder auflöste. Das Innere der Röhre liess einen deutlichen Naphtageruch wahrnehmen. Alle Versuche in dem wahrscheinlich zum grössten Theil aus Stickstoff bestehenden Gasgemenge brennbares Kohlen-



wasserstoff zu entdecken, blieben erfolglos. Ein kleines brennendes Licht in einen mit Gas gefüllten Cylinder getaucht, nachdem das letztere über Quecksilber abgesperrt lange mit kaust. Kali in Berührung geblieben war, verlöschte augenblicklich.

Das Bild der chemischen Zusammensetzung der Kaitachschen schwefelhaltigen Thermalwasser von 39°,8 R. gestaltet sich nach Maassgabe der vorstehenden Reaktionserscheinungen nach den Gründen der Wahrscheinlichkeit, wie folgt:

|                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| Natroncarbonat; mässig.         | Schwefelnatrium; viel.     |
| Chlornatrium; viel.             | Schwefelcalcium; wenig.    |
| Natronsulphat; nicht bedeutend. | Freie Kohlensäure; mässig. |
| Kalkbicarbonat; unbedeutend.    | Freies Hydrothion; mässig. |
| Magnesiabicarbonat; wenig.      | Stickgas; viel.            |
| Naphta und organ Subst; Spur.   |                            |

Wenn sich auch bei den Kaitachschen Wassern die den Sammelbehältern entnommen sind, solche Erscheinungen zeigen, welche für die Gegenwart von unterschwefligsauren Verbindungen sprechen, so möchte ich doch bezweifeln, dass dieselben als solche ursprünglich in dem Wasser existiren; vielmehr darf man sie, wie mir scheint, nur als secundäre Umsatzproducte betrachten, welche aus den Lösungen vorhandener Schwefelmetalle in der Berührung mit der atmosphärischen Luft entstehen. Dem Vorstehenden gemäss, würden die Kaitachschen Mineralquellen somit als Natro-Theiothermen nach der Vettterschen Nomenclatur, oder als alkalische schwefelhaltende Thermalquellen zu bezeichnen und in eine Kategorie etwa mit den Quellen von Aachen, Burtscheid und den Pyrenäen Thermen Bagnères, Ax etc. zu stellen sein. Die Gewähr für die grosse medicinische Bedeutung, welche der Ruf seit langer Zeit diesen Quellen beilegt wird durch diese Analogien begründet, deren Bestätigung die quantitative Untersuchung der Wasser zu geben hat.

In dem kürzlich erschienenen Werke des Herrn Dr. Торопов: опытъ медицинской географіи Кавказа 1864, sind die Resultate der Analysen der Kaitachschen Theiothermen welche Herr Magister der Pharmacie Abel ausgeführt hat, pg. 100 ganz kurz in einer Note angegeben. Es ist im Interesse der Wissenschaft sehr zu wünschen, dass eine so wichtige Arbeit recht bald in ihrer unumgänglich nothwendigen Ausführlichkeit zur Mittheilung gelangen möge.

Herr Abel hat die Wasser von drei verschiedenen Quellen analysirt und findet bei allgemeiner qualitativer Uebereinstimmung der Zusammensetzung, zwischen denselben sehr bedeutende quantitative Verschiedenheiten. Eine Quelle № 1, deren Temperatur 48°,9 C. angegeben wird, enthält auf 12 Unzen 16,2 Gran feste Bestandtheile. Die Quelle № 2, von 48° C. enthält etwa 32,75 Gran und eine dritte Quelle von 37° nur 10,25 Gran. Der bedeutende quantitative Unterschied zwischen den Quellen 1 und 2 ist um so auffallender, da die Temperatur beider Wasser nahe dieselbe ist und der Gehalt übereinstimmender Bestandtheile in der Quelle von 48° C. das Doppelte desselben in der Quelle von 48,9° C. beträgt. Die Verhältnisse zwischen Chlornatrium; Kohlensauren Natron und Glaubersalz sind in der Quelle 1 und 2, wie 5,08: 11,25;



4,15; 10,57 und 2,20; 3,15. Es ist kaum zu bezweifeln, dass die Würdigung von Mineralwassern von so seltener Zusammensetzung und grosser medicinischer Bedeutung wieder erwachen und die Wiederherstellung von Einrichtungen zur Folge haben wird, die den schwierigen physikalisch-geographischen Verhältnissen der Oertlichkeit im höheren Grade zu entsprechen im Stande sind als diejenigen waren, welche im Beginne des daghestanischen Krieges an jener Stelle zerstört wurden. In dieser Beziehung ist daran zu erinnern, dass die geognostischen Verhältnisse des kaitachschen Küstendistriktes sehr günstig sind, um den Mangel an gutem Trinkwasser, der an dem Orte der thermalen in Rede stehenden Quellen am stärksten empfunden worden, vollständig abzuheben. Von der einen Seite bietet sich der Wasservorrath dar, der in dem Alluvial-Terrain verborgen, durch die Flüsse selbst gespendet wird. Auf einen solchen Ursprung scheinen die schönen Quellen der benachbarten Dörfer zu deuten, die auf dem zuvor erwähnten Cultur-Delta des Bugantschai liegen. Die Quellen von Welikent z. B. mit  $10^{\circ},7$  und die von Salik mit  $10^{\circ},6$  R. (Beobachtungen am 25 July um 6 Uhr. Psychrom.;  $t=18^{\circ},2$   $t'=16^{\circ},4$ ; Barometer;  $b=592,82$   $T=19^{\circ},8$ ) werden die mittlere Jahrestemperatur der Oertlichkeit wohl noch etwas zu hoch angeben. Von der anderen Seite, darf erwartet werden, dass eine Brunnengrabung in einiger Entfernung von den warmen Quellen selbst Erfolg haben wird, da nur die tertiären Muschelkalkschichten bis auf die unterliegenden kalkig sandigen Mergel und Thone zu durchsetzen sind, um dasselbe gute Wasser zu finden, wie es in zahlreichen Brunnen bei Derbent in diesem Terrain mit Temperaturen von  $11^{\circ},5$  und  $11^{\circ},2$  R angetroffen wird, welche die mittlere Jahreswärme des Ortes etwa um  $1^{\circ}$  R übertreffen. Im übrigen bedarf es nur einer vergleichenden Berücksichtigung der geognostischen und hydrographischen Verhältnisse des oben näher besprochenen Tarki-Tau, so wie des Altün-Dagh bei Buinak, um den Unternehmungen auf artesische Brunnen längs der gesamten Küstenregion bis Derbent, sobald sie an vorsichtig gewählte Stellen anknüpfen, einen günstigen Erfolg zu versprechen. Die ausserordentlich niedrige Lage der kaitachschen Quellen, die sich beinahe mit der Grösse des Gesamtwertes der caspischen Depression unter dem Spiegel des schwarzen Meeres befinden, so wie ihr Erscheinen in der Mitte einer flachen Küstenregion, die den Charakter einer von Gebirgs-Schutt ausgefüllten Bucht besitzt, sind Umstände, welche die Frage nach der Beziehung zwischen dem Auftreten der kaitachschen Thermen und der Geotektonik des Terrains dem dieselben angehören, der Möglichkeit einer näheren Erörterung entziehen. Indessen sind die Beziehungen der Thermen zu einer Bruchlinie unverkennbar, deren Andeutung das Profil Fig. III giebt. Dieser durch oestliche Bodensenkung veranlasste Terrain-Bruch, scheint für die gradlinige Richtung der gesamten Meeresküste von Petrowsk bis zur Halbinsel Apscheron auf 300 Werst Entfernung bestimmend gewesen zu sein. Seine Erstreckung von  $O\ 45^{\circ}\ S$  nach  $W\ 45^{\circ}\ N$  läuft der Verbindungslinie zwischen den tarkinischen und den kaitachschen Thermen parallel. Auf dieser 85 Werst langen Linie finden sich in nordwestlicher Richtung von den Thermen ab, bis zum 30 Werst entfernten Vorgebirge von Buinak an mehreren Stellen Naphta-Ausflüsse in Verbindung mit schlammigen schwefelhaltigen Wasser deren genaue Untersuchung, wünschenswerth ist.

Den vorstehenden Darstellungen gemäss, wird es mit Rücksicht auf die in der Einleitung dieser Beiträge aufgestellten Gesichtspunkte gestattet sein, die Thermen VII und VIII als Glieder eines zweiten Reihensystems unter der Benennung, schwefelhaltige Thermen von Kaitach zu begreifen, die ein bedeutender Gehalt an Schwefelnatrium und Schwefelcalcium auszeichnet. Die Beziehungen dieser Thermenreihe zu dem Hervortreten der Naphta, des Sumpfgases und der Kohlensäure sind längs des Meeresufers bis in den Golf von Baku zu erkennen.



### DRITTER ABSCHNITT.

Von dem Erfahrungssatze ausgehend, dass die Nachbarschaft der thätigen, wie der erloschenen Vulcane oft mit dem potenzierten Erscheinen heisser Quellen in Verbindung tritt, könnte man ohne eine sorgfältige Zuratziehung der allgemeinen geotektonischen Verhältnisse des Kaukasus leicht zu der Vorstellung geführt werden, dass die heissen Quellen, welche der Kaukasus auffallend genug beinahe ausschliesslich auf seiner Nordseite besitzt, in einem geologisch nothwendigen Zusammenhange mit den colossalen Centralpunkten ehemaliger vulkanisch eruptiver Actionen seiner Mitte stehen und man wird glauben können, dass die Thermalquellen der Beschtau Gruppe mit dem Elburuz, und das Thermalsystem zwischen Terek und Sundja, etwa mit dem Dasein des Kasbek in genetische Verbindung zu bringen seien. Von einer solchen unzweifelhaften Wechselbeziehung zwischen ehemals thätigen Vulkanen und benachbarten heissen Quellen, kommen zwischen dem caspischen und schwarzen Meere meines Wissens überhaupt nur zwei Fälle, der eine auf dem türkisch armenischen Hochlande, der andere im nördlichen Persien vor. Der erstere prägt sich in der Lage der heissen Quellen von Dyadin an der westlichen Basis des Tenderlū oder Tandurek südlich vom Ararat aus. Diese ausgezeichnet stark incrustirenden Thermen von  $34^{\circ}$  bis  $47^{\circ},7$  R. in 6300 eng. F. absoluter Erhebung, die ich zuerst im Jahre 1845 besuchte, bezeugen durch die Richtung in der sie aneinander gereiht sind, ihre Lage auf einer geothermischen Spalte, welche die elliptische Wölbung des nahen Tandurek seiner Länge nach von OSO nach WNW durchsetzt. Dass eine geothermische Tiefenstufe, welche mindestens der Temperatur des kochenden Wassers entspricht, in diesem erloschenen Vulkanen von 11650 engl. Fuss absol. Erheb. ungewöhnlich hoch, wie am Demavend des persischen Elburuz Gebirges hinaufrückt, wird durch die solfatarenartige Beschaffenheit des 1280 eng. F. tiefen centralen Kraters des Tandurek, wie durch starkes Ausströmen kochendheisser Wasserdämpfe bewiesen, die am äusseren Abhange eines ehemaligen Eruptionskegels mit einem Kratersee, das Phaenomen der Dampf-Grotten von Bajā und Puzzuoli, nur wenig unterhalb der Gipfelhöhe des Berges, in 3 Werst östl. Entfernung von dem Centralkrater, wiederholen <sup>1)</sup>. Einen anderen Fall ähnlicher Abhängigkeit lernte ich im Jahre 1848 in den heissen Quellen kennen, die sich in 5462 eng. F. absoluter Erhebung mit Temperaturen von  $39^{\circ}$  bis  $40^{\circ}$  R., am Rande der Hochebene von Ardebil längs der Basis des Sabalan aneinanderreihen. Der Einfluss, den hier ein periodisches, allem Anscheine nach vom Sabalan ausgehendes Steigen der Erdwärme auf die Temperatur-Erhöhung der Thermen ausübt, zeigt sich eben so bestimmt, wie der Zusammenhang in welchem sich diese Erscheinung zu den Erdbeben befindet, die so häufige und verderbliche Phänomene auf der Hochebene von Ardebil bilden <sup>2)</sup>. Dass dergleichen natronreiche Thermen auch einst am Nordfusse des Ararat in ähnli-

1) Notizen und Abbildungen dieser Verhältnisse sind von mir mitgetheilt in: Bulletin de la Société géologique de France. Série II. Tome XXI pg. 213—217. Die correspondirenden Barometerbeobachtungen wurden vom Herrn Apotheker Kotscharofsky in Erivan mit grosser Sorgfalt ausgeführt.

2) Die folgenden Notizen über die warmen Quellen am Fusse des Sabalan entnehme ich meinem Tagebuche vom Nov. 1847. Im Kreise Ardebil kennt man 7 warme Quellen; im Kreise Mischkin ist die Zahl derselben bedeutend grösser. Eine dieser Quellen heisst Schobal; sie ist so hoch temperirt, dass Eier hart darin werden. Die Schwefelwasser von Mischkin haben einen unerträglich intensiven Geruch. Die warmen Quellen von Sarein 25 Werst von Ardebil entspringen am Fusse des Sabalan aus gelbem Trachyttuf, mit  $36^{\circ},6$  R. Stand der meteorologischen Instrumente am 6 Nov. 4 Uhr p. m. Psychrometer;  $t=4,5$   $t'=3,4$ : Barometer;  $b=503,47$ .  $T=5$ . Der heisse Bach der das Wasser abführt, hat  $33^{\circ},5$  R. Das grosse



cher Weise thätig gewesen sein müssen, wie sie es noch heute auf der Karassu Hochebene von Erzerum sind, wird durch meine Untersuchungen über die Natronseen an der Basis des Ararat-Systems glaublich <sup>1)</sup>, welche Salze von ganz ähnlicher Zusammensetzung enthalten wie diejenigen, die in den Thermen am Fusse des trachytischen Sähänd-Gebirges bei Tawris, nach den Untersuchungen von Adolph Goebel <sup>2)</sup> im Zustande starker Verdünnung vorhanden sind.

Von diesen und ähnlichen Erscheinungen sind aber zu Gunsten gleicher Beziehungen der vorgenannten Thermen auf der Nordseite des Kaukasus, zu den erloschenen Systemen in jener Region durchaus keine Analogieen abzuleiten. Denn weder an den Abhängen, noch in der Nähe des Kasbek und des Elburuz verathen sich geothermische Erscheinungen irgend einer Art, die zu *der* Annahme nöthigen, dass die Erdwärme im Inneren der beiden erloschenen Vulkane in einer aussergewöhnlichen Weise der Oberfläche nahe gerückt sei. Das Vorkommen einer lauwarmen, etwas schwefelwasserstoffhaltigen, schwach alkalischen Quelle im Norden des Kasbek, kann zu einer solchen Voraussetzung nicht berechtigen. Diese Therme findet sich auf einer oberen Thalstufe des Genal Thales, oberhalb des Dorfes Saniba. Sie tritt mit geringer Wassermenge und sehr schwacher Steigkraft aus einer Halde von zersetztem Schiefer-Schutt mit 25°,6 R. in 4612 eng. F. absol. H. an die Oberfläche und erfüllt in ihrem Erscheinen alle Bedingungen, um auf dieselbe Weise wie jede Gebirgstherme erklärt werden zu können, die ihr Wasser der Atmosphäre, und ihre Wärme einer ihrer Temperatur entsprechenden geothermischen Tiefen-Stufe verdankt, die im Inneren des höheren Gebirges eben so gut *über* wie *unter* der Austrittsstelle der Thermen angenommen werden kann. Dieselbe Deutung würde auch eine Quelle von 23° R. zulassen, die sich auf der östlichen Seite des Kasbek, gleichfalls im Schiefergebirge, aber in bedeutenderer Höhe finden soll.

In der Umgebung des Elburuz sind bis jetzt keine anderen Thermen bekannt geworden, als diejenigen

Quellenbassin ist 75 Fuss lang und 65 Fuss breit. Das Aufbrausen der Kohlensäure nimmt die Hälfte der Oberfläche des Teiches ein, dessen Wasser am Rande gemessen 31°,5 Wärme besitzt. Sehr interessant ist der Zusammenhang der zwischen diesen Quellen und den Erdbeben stattfindet, welche in periodischer Wiederkehr das ardebilische Hochland heimsuchen. Ganz besonders deutlich trat diese Thatsache im Herbst 1846 zur Zeit des Erdbebens hervor, welches in Ardebil so stark war, dass alle Einwohner aus der Stadt entflohen. Die Bewegung war undulatorisch und die Periode der Schwingungen umfasste eine Stunde. Die Wirkungen auf die Quellen waren von dem Momente des Eintrittes des Erdbebens an bemerkbar. Die Wärme der Quellen stieg so bedeutend, dass der freie Zutritt in das Bassin gehindert war. Der grosse Quellenteich konnte nicht bis in die Mitte benutzt werden, wo die heftig sprudelnden Gasblasen ihr Volum verdoppelt hatten. Ein Rind, welches zu tief hinein getrieben war, wurde so stark verbrüht dass es starb. Diese Erhöhung der Quellentemperatur dauerte 4 Monate, bis allmählig das frühere Wärmeverhältniss der Quelle sich wieder herstellte. Die Thermen von Bedeutung im Umkreise des Sabalan sind die folgenden: Sarein; Sardawa; Kotturssü; Gettiböluk; Butschli; Ilandji-ssu. Am Köttürssu wird viel Schwefel gesammelt. Diese Quelle liegt 6 Werst von Ardebil entfernt. Das starke Erdbeben von 1843, wobei das Dorf Medianah stark heimgesucht wurde, umfasste den langen Zeitraum von einem Monat des wiederholten fühlbaren Schwankens. Auch dieses Erdbeben hatte denselben, die Temperatur erhöhenden Einfluss auf die Quelle in Sarein gehabt.

1) Bulletin physico-mathématique de l'Acad. Imp. des sciences d. St. Petersb. 1847. Tome IV pg. 118—122. Ueber Natronseen auf der Araxes Ebene von H. Abich. Ebenso: Vergleichende chemische Untersuchungen der Wasser des caspischen Meeres, des Urmia und des Van Sees. Mémoires de l'Académie Imp. Tome VII pg. 57.

2) Quellwasser aus Nord-Persien von A. Goebel im Bulletin l. c. Tome XVII pg. 241—250. Die Thermalquellen deren Wasser zur Untersuchung nach Dorpat gesendet worden, haben die Namen: Isszy-ssu bei Liwan im Sähänd Gebirge; Kainardscha; Möwül; und Nähend.



die sich auf *der* Zone befinden, die von diesem Centralpunkte der grössten Massenerhebung des Kaukasus mit der Richtung von N 29°, 16' O bis zum Beschtau fortsetzt<sup>1)</sup>. Die am höchsten gelegene Therme auf dieser Zone ist eine magnesiareiche Sauerquelle von 17° 6 R. Sie befindet sich im oberen Malka Thale in grader Entfernung von 10 Werst vom Gipfel des Elburuz, und liegt 9639 engl. Fuss unter demselben, mithin 7811 Fuss über dem Meere. Die Narzan Therme bei Kislovodsk von 11° 2 R. in 2921 engl. F. absol. Höhe und die Quelle von Essentucki mit 12° 5 R in 2087 engl. F. übertreffen die mittlere Temperatur ihrer Austrittsorte nur 3 bis 4 Grad R. Die übrigen Thermen höherer Temperatur, wie die von Pätigorsk mit 36° 3 R; in 1856 F. abs. H.; die von Djelesnavodsk mit 32° 2 in 2381, so wie die Quellen am Kum-Gora mit 34° 1 R in 2292 Meereshöhe, sind durchaus abhängig von der Geotektonik der Beschtau-Gruppe. Bei der Annahme einer mittleren Jahrestemperatur von 8° 2 R. für Pätigorsk<sup>2)</sup> und gestützt auf die hypothetische Voraussetzung einer Zunahme der Erdwärme von 1° R. auf 128 engl. Fuss würde man die geothermische Tiefenstufe mit einer der heissesten Quellen von Pätigorsk entsprechenden Temperatur von 36° 3 R etwa in 3600 Fuss anzunehmen haben. Wird eine Temperaturabnahme mit der Höhe auf dem nordwestlichen Kaukasus Abhänge im Verhältnisse von 647 engl. F. für 1° R angenommen und wird die mittlere Jahrestemperatur von Kislovodsk nach den Beobachtungen des Herrn Dr. Bogoslovsky zu 7,3 gesetzt, so würde am Austrittsorte der Therme im oberen Malka-Thale eine mittlere Jahrestemperatur von — 0° 2 R. stattfinden müssen. Mithin würde die geothermische, der Temperatur von 17° 6 gemässe Tiefenstufe in 2300 anzutreffen sein. Völlig unabhängig von der vulkanischen Natur des Elburuz, und allein dem, für die Temperaturzunahme im Inneren der Gebirge herrschenden Gesetze gemäss, würde die Therme im Malka-Thale, auch bei einer um mehr als die Hälfte grösseren absol. Höhe, ihre Wärme noch immer einem Quellenursprunge verdanken können, der um Vieles höher im Inneren des Elburuz liegen könnte, als die 7811 Fuss hohe Abflussstelle der Quelle selbst. Die Thermen der Beschtau-Gruppe nöthigen durch keine Erscheinung zu der Annahme, dass hochgespannte Wasser-Dämpfe in dem Akte des Aufsteigens etwa geysirartig mitwirkten. Auch sind die Bedingungen für hydrostatischen Druck, sowohl in dem 4589 Fuss hohen Beschtau, in den anderen Gliedern der Gruppe, wie ganz vorzüglich in dem benachbarten Gebirge gegeben, welches die Basis des Elburuz bildet. Der Schichtenbau des Kaukasus, vermöge durchgängigen Einfallens aller Formations-Glieder gegen Norden, ist der Annahme bedeutender Wasseransammlungen in der Tiefe am nördlichen Fusse des Gebirges besonders günstig. Das Gewicht dieses stratigraphischen Umstandes der allgemeinen Schichtenneigung gegen Norden zu Gunsten der Entstehung der Thermen, wird durch den thermalen Gegensatz erhöht, der zwischen dem Nord und dem Südabhänge des Gebirges herrscht. Die Südseite des Kaukasus ist diejenige, welche einer durchgängigen aber ungleichen Terrain-Senkung unterlegen hat. Es entspricht dieselbe dem physikalisch geographischen Erfahrungssatze dass die meridianen und die nordwestlich gerichteten Gebirge der Erde mit stärkerer Neigung nach der Westseite als nach der Ostseite abfallen. Die stärksten Verwerfungen und Faltungen derselben geschichteten Formations-Glieder, welche auf der nördlichen Gebirgsseite in sehr verschieden geneigter, aber regelmässiger Lagerung im allmählichen Uebergange zur Ebene vorkommen, haben auf dieser südlichen Seite stattgefunden.

1) Prodomus einer Geologie der kaukasischen Länder von H. Abich. St. Petersburg 1858. In den Memoiren der Academie. Série VI. Tome VII. pg. 399.

2) Nach den Beobachtungen des Herrn Dr. Karger aus den Jahren 1849 und 1850.



Mit Ausnahme der an basaltische Spalten-Eruptionen geknüpften,  $25^{\circ}$  R warmen Quellen von Zkaltouba, zwölf Werst westlich von Kutais, sind Thermen längs des ganzen Südfusses des Gebirges unbekannt. Die heissen Quellen von Tiflis sind mit dem eigentlichen Kaukasus physikalisch geographisch nicht in Verbindung zu bringen. Sie gehören einem Systeme von Thermalquellen des thrialetischen Gebirges an, welches als eine der nördlichen Randketten der armenisch-georgischen Plateaulandschaften zu betrachten ist. Das Streichen der Schichten in diesem von Ost nach West gerichteten Gebirge, zeigt sich nach einer grossen Anzahl von Messungen, sehr häufig  $0\ 10^{\circ}$  S und  $0\ 11^{\circ}$  S'). Dagegen sind die kalten, viel Kohlensäure enthaltenden Mineralwasser, nach Art der Zusammensetzung der erdsalzreichen Sauerquellen von Glola<sup>2)</sup> in Rad-scha, vorzüglich zwischen den hohen Schieferkämmen der kaukasischen Centralregion verbreitet.

Da nun die Annahme einer, die Thermen bedingenden Nachwirkung der vulkanischen Eruptionen vorhistorischer Zeiten im Umkreise des Kaukasus den Mangel zureichender Gründe gegen sich hat, so wird die Erklärung für die grosse Ausdehnung des Sundja Thermensystems, mit der Fülle und der hohen Temperatur seiner chemisch gleich constituirten Wasser, in den allgemeinen Strukturverhältnissen des Kaukasus, und zwar zunächst in den Grundzügen der äusseren Gestaltung des nördlichen Gebirgsabhangs zu suchen sein. In dieser Beziehung ist es wesentlich, den Einfluss von zwei grossen Massenanschwellungen ungleicher Dimensionen in das Auge zu fassen, welche charakteristische Grundzüge des Gebirges bedingen. Für die nordwestliche *geschlossene* Massenerhebung bildet der Elburuz den Mittelpunkt; für die südöstliche auf noch breiterer Basis *geöffnete* liegt derselbe in dem inneren Raume des, von zahlreichen Längen-Wölbungen durchzogenen daghestanischen Berglandes. Die geringste Breite des nördlichen Kaukasus-Abhangs, welche durch die Entfernung des Gudberges von Wladikawkas bezeichnet wird, tritt zwischen diesen beiden grossen Terrainerhebungen ein. Die geringe Breite des Gebirges von 60 Werst steht hier in einem sehr deutlichen ursächlichen Zusammenhange mit der ungewöhnlich steilen Stellung der, gegen Norden einsinkenden Gebirgsschichten. In den äusseren Abfällen der Massenerhebung von Daghestan rücken dieselben Schichten mit Neigungswinkeln von  $7^{\circ}$  bis  $10^{\circ}$  etwa 135 Werst und in denen der flachen Wölbung auf der der Elburuz aufsteigt, etwa 200 Werst, also mehr als zwei Mal weiter wie zwischen Kobi und Wladikawkas nach Norden vor. Der von diesen drei orographischen Haupttheilen des nördlichen Kaukasus-Abfalles in Süden, Westen und Osten begränzte Flächenraum, von der Grösse des unteren Daghestan, bildet in seiner, pg. 2 bereits hervorgehobenen golfartigen Form eine schwache Concavität, in deren Mitte sich das schon mehrfach erwähnte Sandsteinplateau zwischen Ekaterinodar und Grosnaja inselartig emporhebt. In ähnlicher Weise, wie der Lauf sämtlicher Zuflüsse des Terek und der Sundja radienartig nach der Centralregion dieses Raumes gerichtet ist, darf man annehmen, dass auch *die* atmosphärischen Niederschläge, welche in der Kammregion des Gebirges, so wie in den Zwischenräumen der Vorwälle desselben in den Boden dringen, im Inneren des Gebirges der allgemeinen Schichtenneigung folgen und in der Tiefe jenes grossen Senkungsfeldes ausgedehnte Wasseransammlungen hervorgebracht haben werden. Die Temperaturen solcher etagen-

1) Elie de Beaumont. Notices sur les Systèmes de montagnes. Système XIX de la chaîne principale des Alpes (depuis le Valais jusqu'en Autriche pg. 577.

2) Die Zusammensetzung des kohlensauren Wassers von Glola analysirt durch Hr. Apotheker Willems, findet sich in dem bereits pg. 5 citirten Werke von K. Г р у н з pg. 300. Die Temperatur dieser Quelle fand ich am 11 Sept. 1864:  $8^{\circ},6$  R. Psychrometer;  $t=4,7$   $t'=4,1$ : Barometer;  $b=516,80$   $T=3,2$ .



artig übereinander zu denkenden Wasserschichten sind als constant, und *den* thermischen Tiefenstufen entsprechend anzunehmen, bis zu welchen die das Wasser einschliessende Schicht hinabreicht. Aus dieser Vorstellung erfolgt die Nothwendigkeit der Annahme eines starken hydrostatischen Druckes, den die abwärts gerichteten Wasseradern auf die unterirdischen Reservoirs ausüben. Man darf annehmen, dass wesentliche Züge der Reliefgestaltung des kaukasischen Gebirges in seiner gegenwärtigen Beschaffenheit, sich zu derselben Zeit vollendeten, als *das* Senkungsereigniss eintrat, welches durch tiefe Spaltungen des Bodens den thermalen Wassern der Tiefenregion des heutigen Sundja-Plateaus eine bleibende Verbindung mit der Oberfläche eröffnete.

Das aus der früheren Verbindung getretene, ostwestlich gerichtete Sandstein-Plateau zwischen Terek und Sundja, mit seinen scharf absetzenden Rändern und den steil gegen dieselben gestellten, abgebrochenen Sandstein-Schichten, so wie die ununterbrochene Fortsetzung südlicher Bruchlinien der gesenkten Sandstein und tertiären Muschelkalkbildungen, welche die Richtung der Meeresküste bis zu der apscheronischen Halbinsel am südlichen Ende des Kaukasus bestimmen, dürfen als monumentale Beweise dieses umfassenden Umgestaltungs-Ereignisses gelten, dessen Gleichzeitigkeit mit dem Beginne der aralo-caspischen Depression mir sehr wahrscheinlich ist.

Das allmählig ansteigende Plateauland von Stavropol, womit der Kaukasus-Abfall, wie schon erwähnt, sich 200 Werst gegen Norden verflächt, wird von den viel verzweigten Flusstälern der Kuma, des Kalaus des Yegorlik und des Kuban, mit radienartiger Divergenz von dem Elburuz ab durchfurcht. Am östlichen Saume dieser Region, welche von dem Einsenkungsereignisse der aralo-caspischen Bassinbildung nicht erreicht wurde, erhebt sich die Beschtau-Gruppe, dicht an der Auflagerungs-Gränze der tertiären Formation *B* auf die Kreidebildungen von *A* pg. 22. Mit grosser Klarheit lehren die geognostischen Verhältnisse dieser merkwürdigen Gruppe, dass die Aequivalente der Schichten *a* und *b*, (Fig. III) von den Quarz und Glimmer führenden Trachytporphyren des Beschtau, des Verblud, des Smejaja, Djelesnaja und Kum-Gora, die der Entstehung des vulkanischen Elburuz lange vorangingen, nach zwei Hauptrichtungen gleichzeitig durchbrochen und vorherrschend in N 30° O aufgerichtet worden sind. Im Djutki-gora in der Maschuka und in dem Lissaja-gora zeigt sich deutlicher Antiklinalismus der dunkelgrauen *inoceramen* Kalkschichten. Auch sind die Schichten *c* und *d* von diesen lokalen Dislocationen theilweise mit ergriffen worden. Nicht minder deutlich zeigt es sich, dass das gangförmige Emporsteigen der krystallinischen Gesteine den thermalen Wassern, *nur* die Wege zur Oberfläche geöffnet hat.

Die dynamische Action, die das Erscheinen der Thermen vermittelte, aber keinesweges die letzteren etwa bedingte, war im Beschtau-Quellensysteme von unten nach oben emporwirkend. In dem Thermensysteme zwischen Terek und Sundja manifestirte sich diese Action in einer von oben nach unten gerichteten Bewegung ihrer Unterstützung entzogener und deshalb abbrechender Schichten-Massen. Wenn die mittlere Bodentemperatur des Sundja-Systems zu 9°, R. angenommen wird, so darf nach hypothetischer Voraussetzung einer in arithmetischer Progression sich verhaltenden Wärmezunahme mit der Tiefe, für die Wasser von Bragun mit 72°,5 R. eine geothermische Tiefenstufe von mindestens 7900 Fuss, auf Grundlage einer Wärmezunahme von 1°, R. für 128 eng. F., in Anspruch genommen werden. Man könnte sich Ursprungsbedingungen dieser Thermen denken, wonach die Ausdehnung der Quellenzuflüsse sich bis in eine Tiefenregion des kaukasischen Schiefergebirges erstrecken, wo mindestens die, der Sundja-Thermentemperatur entsprechende Erdwärme herrscht. Man wird alsdann eine Ursprungstiefe von 80°, R. mit 9600 bis



10000 Fuss, in Verbindung mit einem Systeme von mehr oder minder geneigten Abzugskanälen in der Tiefe anzunehmen haben, welche die nördlich geneigten Schichtensysteme des Jura und der Kreideformation quer durchsetzen; in welchem Falle die Thermen als einfache Fallquellen, mit einem entsprechenden Wärmeverluste während ihres Laufes durch kältere Schichten, an die Oberfläche treten würden. Oder man basirt das Hervortreten der Sundja Thermen jedenfalls rationeller, nur auf hydrostatischen Druck und betrachtet sie als Steigquellen, wobei ein System von Verbindungskanälen vorauszusetzen ist, welches ununterbrochen in Regionen geothermischer Tiefenstufen von 7000 bis 8000 F. im Gebirgs-Innern abwärts sinkt, bis die heissen Quellen die Wirkungssphäre der vorerwähnten Senkungsklüfte und Bodenspaltungen treffen und in den kürzeren Schenkeln des Systems mit einer Geschwindigkeit längs der Ränder des Terek Sundja-Plateaus an die Oberfläche gelangen, die der Höhen-Differenz zwischen dem Ursprungsorte und der Austrittsstelle mit Abzug des Werthes für den Widerstand in den Leitungs-Canälen entspricht. Diese Annahme von dem Ursprunge der Sundja Terek-Thermen hat den Vorzug für sich, dass sie nicht unverträglich mit der Vorstellung ist, zu welcher die Thatsache der Terrainbrüche und Senkungen in der Peripherie des Sandsteinplateaus in Bezug auf die vorauszusetzenden, sehr gestörten geotektonischen Verhältnisse der Tiefenregionen daselbst berechtigt. Die starken Faltungen, Stauchungen und Zermalmungen der unterirdischen Schichten-Etagen, welche diese Vorstellung verlangt, lassen sich leicht in einer ursächlichen Verbindung mit den Differenzen denken, welche die Glieder des Terek Sundja-Quellensystems hinsichtlich ihrer Temperatur und chemischen Zusammensetzung zeigen. Diejenigen Thermen, welche die Qualitäten der höchsten Temperatur von  $71^{\circ}$  und  $72^{\circ},5$  R, mit der, eines für die Gruppe normalen Mischungsverhältnisses und der, eines niedrigen Gehaltes an festen Salzen vereinigen, dringen unterhalb des Nordrandes des Sandsteinplateaus hervor. Der Gegensatz den die Thermen auf der Südseite wie z. B. von Michailow mit ihren bedeutend niedrigeren Temperaturen, und ihrem um Vieles grösseren Gehalte an Chlornatrium darbieten, weist mit Recht auf die Wahrscheinlichkeit hin, dass auf der Südseite des Sundja-Plateaus, irgendwo ein Zutritt thermaler kochsalzhaltiger Wasser zu solchen Quellengängen stattfindet, die nach Angabe des Profils Fig 1, an den steil gegen Süden dem Erdinneren zufallenden Sandstein-Schichten empordringen. Für die Richtigkeit einer solchen Voraussetzung bietet die Geognosie der im Süden der Sundja ansteigenden Gebirgsabhänge im hohen Grade entsprechende Verhältnisse dar.

Der ganze, von Wladikawkas gegen Osten sich ausdehnende Gebirgsabhang, den die Flusstäler der Sundja, der Assa der Fortanga und des Netchoi durchfurchen, ist stark bewaldet und wird von sehr mächtigen lockeren diluvialen Ablagerungen zusammengesetzt, welche der Tertiärformation *B* auflagern. Diese Formation besteht auch in dieser Gebirgsregion aus einer *unteren*, schiefrig mergligen und einer *oberen*, aus sehr mächtigen Sandsteinschichten gebildeten Abtheilung. Diese äquivalente Etage *c* von *B* pg. 22 zeigt indessen hier bedeutende Verschiedenheiten, die sich besonders in dem überwiegenden Vorhandensein dunkler, thonig-sandiger Mergelschiefer ausprägen; welche sehr mächtige Gypslager einschliessen. Kochsalzhaltige Quellen, welche aus diesem der Sandsteinformation untergeordneten Terrain entspringen, geben demselben den Charakter einer wirklichen Salzformation. Das Vorkommen derartiger Quellen, welche seit langer Zeit Veranlassung zu einer lebhaften Salzgewinnung für die Bewohner der umliegenden Gebirgs-Gegend, und insbesondere der kleinen Tschetschnja geben, ist vorzüglich innerhalb einer 25 Werst langen Zone bekannt, welche die genannten Flusstäler, ohngefähr in demselben Breiten-Grade von Wladikawkas quer durchsetzt.



Im Thale der Assa sah ich in einer seitlichen Schlucht eine schwache Salzquelle aus der Mitte dunkler schiefriger Thone hervortreten, die mit Sandsteinschichten von verschiedener Mächtigkeit wechsellagern. Auch schliessen die Thone plattgedrückte Concretionen von eisenreichen Steinmergel ein, wie sie dem Horizonte der Etage *c* im Profile Fig. III entsprechen. Ein grauer, dem Salzthon der Steinsalzformationen vergleichbarer Thon, welcher bedeutende Gypconcretionen in schichtenartiger Anhäufung umschliesst, scheint ein äquivalentes Glied der dunklen schiefrigen Thone zu sein, die zusammen mit feinkörnigen Sandstein-Schiefen mit Pflanzenspurten ein geognostisches Ganzes bilden. Das Streichen des grauen, gypsreichen-Salzthones fand ich  $O\ 30^{\circ}\ N$  mit nordwestlichen Einfallen von  $38^{\circ}$ . Dabei zeigten sich Einwirkungen einer zweiten Streichungsrichtung von  $O\ 5^{\circ}\ N$ , mit Einfallen von  $40^{\circ}$  gegen Norden. Eine Beobachtung vom 19 Mai 1860 hora 10, gab für die Höhe dieses Quellenvorkommens folgende Elemente: Psychrometer;  $t=18,9$ ;  $t'=14,2$ ; Barometer;  $b=550,10$  T=21. Die bedeutendste der auf der angedeuteten Zone bekannten Salzquellen findet sich bei dem Dorfe Datych im Thale der Fortanga, etwa 28 Werst südlich von der Michailowschen Staniza. Die etwa 4 bis 5 procenthaltige Soole steigt im Flussniveau und zwar so dicht am Ufer-Rande hervor, dass sie durch einen ausgehöhlten Baumstamm ge'asst, vor dem Zutritte des Flusswassers geschützt werden muss. Die physikalisch geognostischen Verhältnisse der nächsten Quellenumgebung sind sehr beachtenswerth. Der Fluss, der in nördlicher Richtung im engem Thale mit steilen Sandsteinwänden in einem Bette von grauen gypsreichen Mergeln fliesst, tritt in der Nähe des Auls Datych in eine amphitheatralische Thalweitung ein, die mit dem Eindrücke des Ungewöhnlichen sogleich die Vorstellung einer lokalen Bodensenkung von bedeutendem Umfange verbindet. Das stratigraphische Verhalten der dislocirten, synklynal geneigten Mergelschichten, so wie die circusartige Disposition derselben ungemein mächtigen, mit steilen Wänden abstürzenden Sandsteinformation, entspricht dieser Idee, die in dem Hervortreten der Salzquelle in der Mitte der Depression, dicht an der knieförmigen Flussbiegung eine bestätigende Erklärung findet, sobald eine Auswaschung von Salz führenden Thonen angenommen wird, in Folge welcher die Einsenkung des Terrains sehr wohl entstanden sein könnte.

Der mögliche Zutritt von Chlornatrium Lösungen zu den Thermalwassern von der normalen Zusammensetzung der Quellen von Starajourt und Bragun, kann aber auch mit dem Rechte gleicher Wahrscheinlichkeit aus den gypsreichen Dolomiten der viel tieferen Juraformation gedacht werden, die sich innerhalb des Thalsystems des andischen Koissu in Daghestan bituminös und Kochsalz führend zeigen. In dem von Nord nach Süd gerichteten Argun Thale, dessen geotektonische Beziehungen zu dem Sandsteinplateau der Sundja-Terek Region pg. 10 näher besprochen worden ist, wird thalaufwärts auf dem Wege von der Festung Schatojef nach Jefdakimowska, zwischen dem Festungs-Thurme Itum-Kalé und dem Aul Schenachoi, der hohe kalkige Vorwall durchschritten, von dem ich in meiner Abhandlung über Daghestan pg. 3 und 17 gezeigt habe, dass er aus der Centralregion des unteren Daghestan, mit dem Charakter einer gegen Süden steil absinkenden Vorkette, parallel mit dem centralen kaukasischen Schieferkämme, in der Richtung von  $W\ 20^{\circ}\ N$ , beinahe geradlinig bis zum Gau von Digori fortsetzt. An den ausgezeichnet schönen und klar überschaulichen Profilen, welche das Innere des Gebirges auf beiden Seiten dieser in der Mitte circusartig ausgeweiteten Thalstrecke des Argun blosslegen, ist die ganze Reihenfolge der monoklinischen, durchgängig steil nach Norden einfallenden Schichten, vom unteren *Néocomien* bis zu denselben *Posidonien* Schiefen aufgeschlossen, in welchen unterhalb Tscherkat im Andi Thale, platte Geoden mit: *Ammoni-*



tes *Murchisonae* Sow. *A. Parkinsoni* Sow. und *A. torulosus* Schüb. vorkommen. Von diesen wohl vier bis fünfhundert Fuss mächtigen Schichten kurzbröcklicher Schiefer, ganz wie im unteren braunen Jura von Schwaben beginnend, wiederholen sich die geognostischen Erscheinungen, ebenso wie sie im Inneren der parallelen Gewölbketten Daghestans auftreten. Eine Uebergangszone, reich an Schwefelkies und Kalkspath, führt thalabwärts zunächst in die porösen Normal-Dolomite von 63° nördlichen Einfallen; dann in aschgraue, der Rauchwacke gleichende Kalke und von diesen, durch splittrige dunkelgraue Kalke mit schwarzen lagerförmigen Kieselausscheidungen in dolomitische Friktions Breccien über, die sich stockförmig aufsteigenden Alabaster-Massen anlegen, von welchen Spalten-Ausfällungen in die Nebengesteine nach mehreren Richtungen ausgehen. Dichte bituminöse und dolomitische Stinkkalke mit schneeweissen Kalkspathschnüren und Geodenausfällungen durch Skalenoeder, bilden im Verein mit versteinerungsreichen Kalken die oberen jurassischen Schichten; überlagert von splittrigen *Néocom*-Kalken mit vielen kleinen durch Eisenoxyd ausgefüllten Geoden. Eine sehr wasserreiche, viel Schwefelwasserstoff entwickelnde Therme von 12° R., die den spathreichen bituminösen Kalken entquillt, vollendet die Analogieen welche diese Argun-Thalstrecke, von Seiten ihrer Geognosie mit den Defileen von Chonchidatl; Tscherkat; Tloc und Moni in Daghestan darbietet <sup>1)</sup>. Im Allgemeinen entspricht das Mitherscheinen von Kohlenwasserstoffgas und Bittersalzen in den Michailowschen Quellen sehr gut dem Kreise der hier berührten Vorstellungen über das sekundäre Hinzutreten von Chlornatrium zu den Thermalwassern des Terek-Sundja-Systems, aus unreinen vielleicht Steinsalz einschliessenden Salzthonen.

Das Vorhandensein von Salzablagerungen in dem Molassen Terrain des nördlichen Kaukasus-Abfalles bietet eine Thatsache von grosser technischer Bedeutung dar. Sie lässt sehr wünschen dass die Andeutungen, welche die Natur in der kleinen Tschetschnja giebt, recht bald durch Bohrung oder Grabungen für den Erhalt stärkerer Salzquellen genutzt werden mögen. Eine Salinenanlage in jener holzreichen Gegend würde den lokalen Bedürfnissen in hohem Grade entsprechen und Gewinn bringend sein. Das hier Gesagte findet auch eine Anwendung auf die zahlreichen Salzquellen, welche sich im Molassenterrain des Jura-Flussystems auf der Südseite des Gebirges in geringer Entfernung von Tiflis finden.

Es kann nicht die Absicht sein in diesen, vorzüglich auf die Angabe positiver Thatsachen der Beobachtung gerichteten Mittheilungen, speculirend auf das dunkle Gebiet der Grundverhältnisse der Entstehung der Thermen und Mineralquellen überhaupt einzugehen. Indessen fordert das interessante Parallelverhalten der kalten Sauerquellen in der kaukasischen Kammregion und der ebenfalls kohlenensäurereichen alkalischen Thermen am nördlichen Fusse des Kaukasus noch zu einigen Betrachtungen auf.

Dass die Kohlensäure als Edukt aus einer grossen Erdentiefe innerhalb der Centralregion des Kaukasus zu betrachten ist, die in der Vertikale der stärksten und durchgreifendsten Massenzertrennung aufsteigt, ist eben so gewiss als dass die Kohlensäure, welche in den Thermalquellen am Fusse des Gebirges, theils im freien Zustande, theils an Alkalien und alkalische Erden gebunden, an die Oberfläche tritt, mit jener ein und denselben Ursprung hat. Die kalten, meistens stoffarmen, aber vorherrschend erdigen Sauerlinge des Kaukasus können wohl nur als oberflächliche Quellen betrachtet werden, die ihre erdigen Bestandtheile aus den Gesteinen der Kammregion des Gebirges aufnehmen. Dagegen darf angenommen werden, dass die

1) Structure et Géologie du Daghestan. I. c. pg. 28 - 31.



Wasser der grösseren geothermischen Tiefenstufen ihre *alkalischen* Bestandtheile, unter dem Einflusse von Wärme und hohem Druck, aus den tiefsten an kiesel-sauren Doppelverbindungen reichen Gesteinen empfangen. So geben die Thermen auf der Nordseite des Kaukasus aus dem hydrochemischen Gesichtspunkte ihrer mit hoher Temperatur verbundenen *Alkaleszenz* zu einer Wahrnehmung von allgemeinem geologischen Werthe Veranlassung, die an einen von Vetter zuerst hervorgehobenen Begriff anknüpft. Vetter, von den Beziehungen ausgehend, welche Erhebungsvorgänge, Nähe der Gebirge und das Erscheinen der Thermen überhaupt unter sich darbieten, weist auf die Abwesenheit der heissen Quellen auf dem weiten Gebiete der nordeuropäischen Niederungen hin und bringt die äussersten Gränzpunkte des Erscheinens der Thermalquellen im nördlichen Europa durch eine Linie in Verbindung. Diese Linie beginnt in NW in England mit den Thermen von Buxton  $23,1^{\circ}$  R. <sup>1)</sup>; von Bath  $37^{\circ}$  bis  $39^{\circ},5$ ; es sind dies die nördlichsten Punkte in Europa wo Quellen mit hoher Temperatur zu Tage treten <sup>2)</sup>. Von diesem Mittelpunkt thermaler Ausströmungen im Thalspalt des Avon, geht die Linie über die Thermalgruppe Aachen–Burtscheid  $62^{\circ}$  zu den Thermen des Taunus, wo Ems  $21^{\circ}$  bis  $44^{\circ}$  und Wiesbaden  $58^{\circ}$  zu nennen sind; dann trifft sie Karlsbad  $59^{\circ}$  und Teplitz  $35^{\circ}$  bis  $39^{\circ},5$  R; und erreicht zwischen dem 51 und 50-sten Grade der Breite von Westen nach Osten fortsetzend, Warmbrun  $28^{\circ}$  bis  $30^{\circ}$  und Landeck  $20^{\circ},5$  in Schlesien. Die nunmehr stark nach Süden gerichtete Linie findet unter  $49^{\circ}$  geogr. Breite die nördliche Thermalgruppe von Ungarn. Hierauf geht sie über Trencsyn  $28^{\circ},5$  bis  $32^{\circ},5$ ; Stubnia  $32^{\circ}$ ; Szliacs  $22^{\circ}$  bis  $28^{\circ},5$  nach Erlau bereits tiefer als zum 48 Breiten-Grad; zieht dann abwärts nach Groswarden  $34^{\circ}$ ; um über All Gyögy  $23^{\circ}$  bis  $28^{\circ}$ , noch tiefer an die Gränze der Walachei hinabzusteigen. Die Linie, welche von All Gyögy südlich gegen Braila und das schwarze Meer fortsetzt, würde das östliche Ende dieser nördlichen Gränze der europäischen heissen Quellen berühren. Indem Vetter diese Reihe von Thermen als europäische Diagonal-Thermalreihe bezeichnet <sup>3)</sup> legt er auf das Kennzeichen derselben Gewicht, dass sie vorzugsweise *alkalische* Bestandtheile an die Oberfläche führt, wodurch sich diese Reihe wesentlich von einer anderen Thermenreihe mit mehr *erdigen* Bestandtheilen unterscheidet, die dem Systeme der Alpen angehört und ihren südwestlichen Anfangspunkt in Aix en Provence  $27^{\circ},5$  bis  $29^{\circ}$ ; Gréoulx  $28^{\circ}$  bis  $31^{\circ}$  und Digne  $26^{\circ},5$  bis  $33^{\circ},5$  findet. Es folgt dieselbe, von Süden nach Norden aufsteigend, nach Vetter <sup>4)</sup> der westlichen Randkette, welche den Abfall des Alpengebirges gegen das Rhone-Thal bezeichnet.

Der Parallelismus der hier hervorgehobenen Thermallinie die der mitteleuropäischen Gebirgs-Diagonale entspricht, mit der Richtung der Pyrenäen und des Apennin ist unverkennbar. Es ist die Achse einer *ther-*

1) Alle weiteren Temperaturangaben sind ebenfalls nach Reaumur.

2) In neuerer Zeit ist eine heisse Quelle von  $40^{\circ}$  R in einer Kupfergrube, Wheal Clifford lode bei Redruth in Cornwallis 1350 Fuss tief unter der Erdoberfläche gefunden worden, welche auf 17 Unzen Wasser mehr als 60,5 Gran an festen Bestandtheilen, besonders Chlornatrium und Ghl.-calcium, wenig schwefelsauren Kalk, und beinahe gar kein Talkerdesalz, dagegen die bedeutende Quantität von 2, 3 Gran *Lithium*, und etwas *Caesium* enthält. Die Clifford-Grube bietet einen 6 bis 12 Fuss breiten Gang dar, welcher auf der Gränze zwischen porphyrtigen Granit und Thonschiefer von Ost nach West streicht. Das erzreiche Gangmittel wird hauptsächlich durch ein zelliges Gemenge von Eisenkies und Kupferkies gebildet, welches dem heissen Wasser den Durchgang gestattet. Address. by. Sir. Ch. Lyell to the Association of british naturalists. Bath 1861. pg. 7—9.

3) Vetter l. c. Tom. II pg. 19.

4) l. c. Tome II. pg. 45.



*malen Zone*, welche die Mitte des vulkanischen Siebenbürgen von Ungarn und Böhmen von SO nach NW in gemeinschaftlicher Längenrichtung durchsetzt. In derselben Richtung verlängert, folgt diese Linie deutlich der Längachse des pontischen Bassins, welches in seiner abgeschlossenen *pelagischen* Beckengestalt mit den *continentalen* kraterförmigen Ländergebieten von Ungarn und Böhmen zu vergleichen ist.

Weiter trifft diese Linie auf ihrem Durchgange über die Thalebenen des Rion und des Kur, bei ihrem Eintritte in Karthalinien auf die Thermen von Tiflis (siehe pg. 41 mit der Anmerk.) und erreicht an dem Westufer des caspischen Meeres die denkwürdige Senkungsregion; wo aus sehr verschiedenen geothermischen Tiefenstufen *constante* und *periodische* Reactionen der Vulkanität nach dem Meeresboden, nach der Oberfläche der Inseln und nach derjenigen der Küste stattfinden.<sup>1)</sup> Die Lage sämtlicher Thermen auf der Nordseite des Kaukasus auf einer Zone, welche an der Gränze dieses Senkungsraumes südöstlich hinunterzieht, lässt dieselben auf das entschiedenste als zusammenhängende Glieder einer, durch gleichartige geothermische Processe bedingten Reihe erscheinen, deren Hervortreten mit demselben Dynamismus zusammenhängt, der die Entstehung und Ausbildung des kaukasischen Gebirges vermittelte und von dem, Bruch und Senkungsphänomene, bis auf weite Entfernung von der Centralregion der Ketten *parallel* mit deren Achsenrichtungen unzertrennlich gewesen zu sein scheinen. Für die Beziehungen dieser thermalen Zone zu der Schlammvulkanregion des caspischen Meeres, wie für den ursächlichen Zusammenhang der Schlammvulkane selbst mit potenzirten thermalen Actionen, sind kürzlich werthvolle Belege gewonnen worden, die sich auf das nordwestliche und das südöstliche Ende des Gebirges beziehen. Herr A. Goebel, der als Naturforscher die Expedition zur Aufnahme des caspischen Meeres, unter Capitän Iwaschinzof begleitet, fand bisher unbekannt gebliebene heisse Quellen in Schlammvulkan-Kratern der Halbinsel Tscheleken. Der Herr Berg-Ingenieur v. Koschkul, mit einer Untersuchung über die Vertheilungsgesetze des Naphta Vorkommens im ehemaligen Lande der Abaschen und der Schapsugen beauftragt, beobachtete eine schwefelhaltige Thermalquelle von 44° R in 40 Werst südöstlicher Entfernung von Ekaterinodar unter geologischen Verhältnissen, die vollkommen bestätigen, was ich in meiner in den Memoiren der Akademie gedruckten Abhandlung über die Geologie der Halbinseln Kertsch und Taman, in Betreff des Verhaltens der orographischen und der stratigraphischen Grundzüge zu dem Auftreten der Schlammvulkane und Naphtaquellen mit besonderer Beziehung auf Taman und das nordwestliche Ende des Kaukasus, so wie mit Rückblick auf die caspische Region entwickelt habe. Die durch v. Koschkul beobachtete, auf der Generalstabskarte als schwefelhaltige, unter 44°, 43' lat. und 56°, 58' longt. angegebene warme Quelle, liegt 5 Werst von der Staniza Kliutschewskaja auf der rechten Seite des Flusses Psekoup. Sie befindet sich auf der Mitte einer etwa 20 Werst breiten thermalen Zone, auf welcher Naphtaquellen in grosser Menge, fast immer in der Nähe schwach thermaler schwefelhaltiger Quellen, genau auf der Streichungslinie feinkörniger weisser Sandsteine von O 30° S, mit Einfallen der Schichten gegen Nord auftreten. An dem westlichen Ende dieser, von dem linken Ufer der Belaja an beginnenden Zone von 150 Werst Länge, findet sich in der Nähe der Staniza Warenikofskaja ein flacher Schlammvulkan von sehr bedeutenden Dimensionen. Aus einem Sumpfe von 700 Fuss im Durchmesser in der Mitte des sanft gewölbten Kraterbodens von etwa 1400 Fuss, so wie aus ebendasselbst befindlichen parasitischen Schlammkegeln dringen bedeutende Mengen von Sumpfgas hervor. Durch diese thermale

1) Abich, Ueber eine im caspischen Meere erschienene Insel, nebst Beiträgen zur Kenntniss der Schlammvulkane der caspischen Region, mit IV Tafeln pg. 118. St. Petersburg 1863.



naphtareiche Zone, welche der Bruchlinie nach Norden einfallender Sandsteinlager mit demselben Streichen von  $O\ 30^\circ\ S$  übereinstimmend folgt, wie die schwefelhaltigen Thermalquellen von Taligyn-Dara und Kaitach sich der Sandsteinzone zwischen Metli, Petrovsk und Buinak anschliessen, werden Kohlenwasserstoffverbindungen, in festem, flüssigem und gasförmigem Zustande auf der Westseite des flachen Plateaus von Stavropol zuerst wieder sichtbar. Auf diesem grossen Gebiete des pg. 41 näher besprochenen Theiles des nördlichen kaukasischen Gebirgsabhangs, welches von dem Senkungsereignisse des caspischen Meerbassins nicht mit ergriffen worden ist, werden Naphta und Kohlenwasserstoffgas nirgends angetroffen. Oestlich von diesem Plateaulande finden sich die nächsten Repräsentanten dieser Bildungen in den Sumpfgasausströmungen in der Mitte des flachen, nur gegen Norden geöffneten Kesselthales von Schirokojourt im Meridian von Wladikawkas in 56 Werst Entfernung von den Michailowschen Thermalquellen, genau auf der östlichen Fortsetzung der pg. 41 näher erörterten Rand und Bruchlinie des Sandsteinplateaus zwischen Terek und Sundja. Wenn gleich nun eine lineare Verbindung der nordeuropäischen diagonalen Thermalreihe mit den heissen Quellen auf der Nordseite des Kaukasus aus physikalisch geographischen Gründen nicht wohl zulässig ist, so sprechen doch tieferliegende geologische Verhältnisse für die naturhistorische Zusammengehörigkeit aller hier berührten Erscheinungen. Es sind gleichzeitige Manifestationen einer, durch die Wärme des Erdinneren bedingten hydrochemischen Thätigkeit, die sich einem Complexe stratigraphischer Systeme anschliesst, durch deren gedrängtes Zusammentreten, einer der bedeutendsten und einflussreichsten Grundzüge der orographischen Oberflächengestaltung der alten Welt bedingt worden ist. In dieser, von Nordwest nach Südost gerichteten Zone in welcher zusammengesetzte Gebirgssysteme verschiedener Ordnung, wie der Harz, die Sudeten, die Karpathen, den geschlossenen Südrand der nord und mitteleuropäischen Ebenen vermitteln, wird die natürliche Fortsetzung des letzteren mit Bezug auf die südrussischen Ebenen, auf die Gebirge der Krimm, und auf den Kaukasus übertragen. Nach langer Unterbrechung durch das turanische Tiefland zeigt sich die Fortsetzung dieser Erhebungs-Zone, die im Kaukasus nach meiner Berechnung <sup>1)</sup> einer Richtung von  $W\ 27^\circ, 42'\ N$  folgt, im westlichen Himalajah mit  $W\ 26^\circ\ N$  wieder <sup>2)</sup>. Elie de Beaumont hebt den Parallelismus hervor, den einzelne Theile der orographischen Gliederung des Kaukasus-Gebirges mit der Achse des Erhebungssystems der Pyrenäen zeigen <sup>3)</sup>, welches nach der Darstellung des genannten Gelehrten, nach der Kreideperiode im Anfange der Tertiärzeit sich entwickelte und in einer bei weitem stärker formgebenden Weise als alle vorhergegangenen Gebirgserhebungen auf bereits bestehende orographische Verhältnisse eingewirkt hat. Auf dem Raume zwischen dem caspischen und dem schwarzen Meere treten, die Grundrichtung des Gebirges bedingende Parallelzüge dieser *nordwestlichen* Erhebung in ein sehr zusammengesetztes, offenbar gleichzeitig entstandenes Durchschnittsverhältniss zu den Gliedern noch anderer stratigraphischer Systeme, welche an eine mehr ostwestliche Richtung gebunden, den wesentlichsten Antheil an der orographischen Ausbildung des gesammten Kaukasus und der kleinasiatischen Halbinsel nehmen. In diesen wichtigen Verhältnissen tritt die typische Grundanlage der centralasiatischen Gebirgswelt mit ihren vorherrschend ostwestlichen Ketten

1) Prodrômus. l. c. pg. 373.

2) Journal l'Institut T. XI pg. 190 — 193. Observations du Capitaine Newbold. Notices l. c. pg. 613; Rapports qui existent entre les systèmes de montagnes de l'Inde et ceux de l'Europe l. c. pg. 646.

3) Notices sur les système de montagnes pg. 433; 436; 602.



in ihrem Uebergange nach Europa sehr deutlich hervor <sup>1)</sup>. Elie de Beaumont findet in diesen ostwestlichen Gebirgszügen die Parallelwirkungen der von ihm unter dem Namen: *System der Hauptalpen* <sup>2)</sup> aufgestellten Gebirgserhebung wieder. Er bezeichnet dieselbe als die letzte und grossartigste aller überhaupt dagewesenen gebirgsbildenden Reaktionen der Vulkanität gegen die Oberfläche der Erde, die nach den Ablagerungen der subapenninen Formation und vor dem Beginne der Diluvialperiode eintrat, und welche dem Kaukasus, wie Kleinasien, und dem südlichen Europa, insbesondere der Küstenregion des mittelländischen Meeres ihre am stärksten marquirten physikalisch geographischen Züge aufgeprägt hat. Ueberall, wo wahrscheinlich Glieder dieses *ostwestlichen* Systems im Kaukasus auftreten, sind sie an den Streichungslinien der Schichten kenntlich, die genau gemessen in einer Vielzahl von Fällen der Richtung O 11° S sehr nahe kommen. Mit dieser Richtung würde aber der von Elie de Beaumont für das Gebirgssystem der Hauptalpen angenommene grösste Vergleichungskreis der Berechnung nach, den Meridian von Tiflis schneiden <sup>3)</sup>. Während dieser letzten Umgestaltungsperiode der östlichen Alpenerhebung, deren gleichzeitige Parallel-Wirkungen nach Beaumont über die gesamte alte Welt anzunehmen sind, fanden zahlreiche Spalteneruptionen von Felsarten aus den Familien des Basalt, des Dolerit mit ihren Amygdaloiden und der Hornblende und Oligoklas führenden Trachyte in den kaukasischen Ländern in gleicher Weise, wie in den Pyrenäen in parallen Reihen statt. Es schlossen sich diese Durchbrüche nicht nur der Hauptrichtung der östlichen Alpen, sondern auch gleichzeitig den Bruch und Spaltungslinien von vorhergegangenen *älteren* Erhebungssystemen nach verschiedenen Richtungen <sup>4)</sup> an. Nach Dufrénoy knüpft sich an diese Periode für die Pyrenäen das Mitherscheinen von Dolomit, Gyps, Alabaster und Steinsalz mit den begleitenden Salzquellen und mit häufigen Thermen auf Gangspalten. Im Kaukasus verbinden sich diese Verhältnisse noch mit den Schlammvulkanen und während sich die thermale Thätigkeit innerhalb der Diluvialperiode immer höher steigerte, traten die *eigentlichen* vulkanischen Eruptionen mit ihren trachytischen und doleritischen Eruptionskegeln und den Ergüssen denselben entsprechender enormer Lavaströme in die gegenwärtige Periode ein. Häufig folgen sie den Zonen vorhergegangener gangförmiger Durchbrüche, besonders der Dolerite und mandelsteinartigen Pyroxengesteine, deren Nähe mitunter durch thermale Gangspalten verrathen wird, die oft durch Quellabsätze wieder geschlossen worden sind. Die Beaumontsche Doctrin knüpft an das Erscheinen dieser modernen Eruptivsysteme die auf Parallelen mit der Richtung der Hauptalpen erscheinen, ohne damit eine bestimmte geologische Epoche zu bezeichnen, den Begriff der *vulkanischen Achse des Mittelmeeres* <sup>5)</sup> und führt den grössten Kreis von dem die Vergleiche der Parallelen dieser *modernen* vulkanischen Zone ausgehen, vom Pic vom Teneriffa über den Aetna in Sicilien, den Argaeus <sup>6)</sup> in Kleinasien, zum Demavend nach Persien. Es lässt sich auf dieser Zone eine Achsenlinie annehmen, die von der Insel Ischia über den Vesuv und den Vultur <sup>7)</sup> in Apulien geht, die Südküste des schwarzen Meeres

1) A. v. Humboldt. Asie centrale Tome I pg. 118—127.

2) Notices l. c. Système des Alpes principales. pg. 562, 571. 580.

3) — l. c. pg. 577.

4) — l. c. pg. 570.

5) — l. c. pg. 1111; 1112 bis 1121.

6) Asie Mineure par P. de Tschihatschef Tome I. pg. 437—448.

7) Ueber die Natr und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen in Unter und Mittel Italien v. H. Abich. Braunschweig 1841. Taf. III u. IV.



streift, das vulkanische Hochland von Armenien, mit dem Alagez und dem Agmangan durchsetzt und endlich die Insel Tscheleken trifft. So verschwindet diese Linie in einer Region des turanischen Tieflandes, wo die verlängert gedachten Gebirgsketten des Ural, des Thianschan und des Kaukasus zusammentreten würden gerade da, wo das *maximum* der Bodensenkung auf diesem weiten Raume sich mit der intensivsten Entwicklung der Schlammvulkanthätigkeit verbindet, welche ein Gemenge von mechanisch zerstörten krystallinischen und sedimentären Gesteinen auf thermalem Wege an der Küste, auf den Inseln und auf dem Meeresboden abwechselnd emportreiben <sup>1)</sup>. Die beiden so eben näher bezeichneten, aus Central-Asien hervortretenden Haupterhebungslinien des europäischen Welttheils gehen im spitzen Winkel von etwa 20°, von dieser Centralregion der caspischen Schlammvulkane ab, divergirend gegen Westen auseinander. Die Schenkel dieses Winkels, durch den Kaukasus und den kleinasiatischen Taurus repräsentirt, schliessen das gesammte pontische Senkungsgebiet und jenseits desselben die vielfach gegliederten Massenerhebungen des grössten Theils der mittel und süd europäischen Gebirgsländer bis zum atlantischen Ocean ein.

Von den durch das Vorhergegangene gewonnenen allgemeinen Gesichtspunkten aus, erscheint die Uebereinstimmung welche die Thermen der von Vetter (pg. 46) aufgestellten westeuropäischen Diagonalreihe in Bezug auf *Alkalescenzen* mit den heissen Quellen auf der Nordseite des Kaukasus zeigen, nur als eine Bestätigung der zuvor entwickelten theoretischen Vorstellungen über das Abhängigkeitsverhältniss der Thermen von dem Dyanismus, wie dem Chemismus gebirgsbildender Reaktionen des Erd-Inneren. Alles was wir über das eigentliche Wesen dieser Reaktionen und über die Natur des Heerdes wo sie entstehen *positiv* wissen, reducirt sich auf das Gesetz der Wärmezunahme nach der Tiefe. Die Thermalquellen, wie die vor unseren Augen fliessenden Laven der Vulkane sind die Träger des directen Beweises dieser Erdwärme. In gleicher Weise, wie die den warmen und den kalten Mineralquellen entströmende Kohlensäure als Emanationsproduct des tiefsten Erdinnern angenommen, oder den Ansichten von G. Bischof <sup>2)</sup> gemäss, als ein Produkt der Austreibung durch den Schmelzprocess in der Tiefe gedeutet werden kann, ist auch die Genesis des thermalen Wassers selbst, als des *constantesten* Leiters der Erdwärme nach der Oberfläche, verschieden auszulegen. Werden die Thermen als Meteorwasser erklärt, die zu bedeutenden geothermischen Tiefenstufen hinabgesunken, durch hydrostatischen Druck nach der Oberfläche zurückkehren, oder findet *die* Vorstellung v. Alberti <sup>3)</sup> Zustimmung, die das Mitwirken Wasser entbindender Destillationsprocesse in der Tiefe annimmt; immer wird die gemeinsame Alkalescenzen und sonstige generelle Aehnlichkeit der Thermen der europäischen Diagonalreihe mit den kaukasischen Thermen auf der Nordseite des Gebirges als Beweis eines ununterbrochenen und sich gleichbleibenden Processes gelten, dessen Sitz mit dem Rechte wissenschaftlicher Wahrscheinlichkeit im Schoosse natronhaltiger Eruptivgesteine von nicht nothwendig gleichzeitiger Entstehung anzunehmen ist.

Selbstverständlich ist es, dass die stärkste lineare und zonenartige Vertheilung solcher Ganggesteine mit den Längachsen grosser Gebirgssysteme zusammenfallen wird, an deren allmählichen Ausbildung eine Vielzahl von Störungs- und Durchbruchereignissen Theil genommen haben kann.

1) Ueber eine im caspischen Meere erschienene Insel nebst Beiträgen zur Kenntniss der Schlammvulkane der caspischen Region v. H. Abich. Petersb. 1863. pg. 80.

2) Gustav Bischof. Wärmelehre. pg. 225; 347.

3) v. Alberti. Halurgische Geologie. Stuttgart und Tübingen 1852 II pg. 189 u. 283.



Die folgenden Beiträge werden noch mehrfache Beweise davon geben, dass die Thermen in den kaukasischen Ländern sich vorzugsweise von solchen Bruch und Ganglinien abhängig zeigen, die einer der beiden so eben näher bezeichneten Gebirgserhebungszonen angehören.

Der bei dem Sundja-Terek-System schon deutlich hervorgetretene Umstand einer bedeutenden quantitativen und numerischen Steigerung der heissen Quellen in der Durchschnittsregion der ostwestlichen und südöstlichen Bruchlinien des Sandstein-Terrains, wird alsdann noch einmal zur Besprechung kommen und Veranlassung geben, auch *das* analoge Verhältniss in das Auge zu fassen, welches für die Gruppe des Beschtau-Systems gilt, deren Thermalquellen wie schon angedeutet, sich genau dem Durchkreuzungsverhältnisse zweier Systeme von Gangspalten angeschlossen haben, welche den Richtungen von SW nach NO und von NW nach SO folgen.

\* \* \*

Tab. I. Zusammenstellung der Thermen auf der Terek-Höhe nach Richtung.

| Thermen                    | SW nach NO | NW nach SO | SW nach NO |
|----------------------------|------------|------------|------------|
| Stichthal                  | 0.4        | 0.3        | 0.8        |
| Schwefelwasserstoff        | 1.9        | 2.0        | 3.9        |
| Kohlensäure                | 1.0        | 1.0        | 2.0        |
| Kalk- und Magnesium-Sulfat | 0.0068     | 0.0043     | 0.0111     |
| Chlorid                    | 0.2101     | 0.4739     | 0.6840     |
| Kalksalze                  | 0.1080     | 0.0083     | 0.1163     |
| Ungelöste Salze            | 0.0050     | 0          | 0          |
| Schwefelwasserstoff        | 0          | 0.32       | 0.32       |
| Chlorid                    | 1.0        | 2.1320     | 3.1320     |
| Natriumcarbonat            | 2.72       | 2.0310     | 4.7530     |
| Natriumsulfat              | 0.0001     | 0.0001     | 0.0002     |
| Natriumchlorid             | 0.21       | 1.7210     | 1.9310     |
| Chlorid                    | 7.5810     | 8.7277     | 16.3087    |
| Spezial-Gew. bei 17° R.    | 1.0010     | 1.0010     | 2.0020     |



## ANHANG.

Die analytischen Arbeiten, durch welche die Herrn Herrman und Sinin die Kenntniss von der quantitativen Zusammensetzung der Thermen des Terek-Sundja-Systems in so ausgezeichnete Weise gefördert haben, sind bei der vorherrschend geologischen Tendenz der vorstehenden Abhandlung nicht zur erschöpfenden Besprechung gekommen. Im Interesse derjenigen Personen welche das Werk von K. Gruhm nicht besitzen, und vielleicht wünschen die Analysen der genannten Gelehrten in den Beziehungen vollständig zu vergleichen in welchen ich pg. 20 nur kurze Auszüge von denselben gegeben habe, halte ich es daher für angemessen, die Resultate der Arbeiten der Herrn Sinin und Hermann, wie sie sich in dem Werke von Gruhm von pg. 142 bis 145 angegeben finden, in dem Folgenden zur tabellarischen Uebersicht zu bringen.

Diese Zusammenstellung gestattet, auch der heissen Quelle bei dem Aul Mamakojourt eine Stelle finden zu lassen, die von mir nicht besucht worden und deshalb auch pg. 2 nicht mit unter die Oertlichkeiten aufgezählt worden ist, an welchen heisse Quellen auf der thermalen Zone des Terek-Sundja Systems emporsteigen. Diese, als Pawlowskische Quelle bezeichnete Therme, welche nebst einer noch fünf Werst weiter gegen Westen liegenden zweiten, die von Bragun beginnende ostwestliche Quellenreihe in grader Linie über Starajourt hinaus bis auf 47 Werst Länge bringt, ist auf der Karte angegeben.

**Tab. I. Zusammensetzung der Thermen auf der Terek Seite nach Herrman.**

|                                    | STARAJOURT.<br>71°. R. | BRAGUN.<br>72°,5. R. | MAMAKAJOURT.<br>58-5 °. |
|------------------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|
| Specif. Gew. bei 14. R.            |                        | 1,0010.              | 1,0015.                 |
| Fest: Bestdth. in Grn. anf 16 Unz. | 7,5819.                | 8,7577.              | 10,3486.                |
| Natronsulphat.                     | 3,245.                 | 4,7210.              | 4,6160.                 |
| Natronphosphat.                    | 0,066.                 |                      | 0,0710.                 |
| Natroncarbonat.                    | 2,572.                 | 2,9310.              | 4,1180.                 |
| Chlornatrium.                      | 1,059.                 | 2,1380.              | 1,0930.                 |
| Schwefelnatrium.                   | 0                      | 0,38 0.              | 0,1216.                 |
| Unt. schwefls. Natr.               | 0,0650.                | 0                    | 0                       |
| Kieselerde.                        | 0,1680.                | 0,0685.              | 0,1083.                 |
| Kalkcarbonat.                      | 0,2101.                | 0,4759.              | 0,1425.                 |
| Talkcarbonat.                      | 0,0968.                | 0,0343.              | 0,0572.                 |
| Kali und organ. Stoffe.            | Spur.                  | 0                    | Spur.                   |
| Kohlensäure                        | 1,9 <sup>1)</sup> .    |                      |                         |
| Schwefelwasserstoff,               | 1,9.                   | 2,0 <sup>2)</sup> .  | 1,7 <sup>3)</sup> .     |
| Stickstof.                         | 0,4.                   | 0,3.                 | 0,6.                    |

1) In 16 Unzen; in rheinl. Cub. Zoll 2) In 100 Volumtheilen. 3) Rheinl. Cub. Zoll.



Tab. II. Zusammensetzung der Thermen von Starajourt<sup>1)</sup> nach Sinin.

| FESTE BESTANDTHEILE.<br>in Granen auf 16 Unzen. | GR. BASSIN. | KL. BASSIN. | NEBEN-<br>QUELLE. | SOG. EISEN-<br>QUELLE. |
|-------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------------|------------------------|
| Natronsulphat.                                  | 3,0792      | 3,0531      | 3,0630            | 3,0490                 |
| Natronbicarbonat.                               | 3,2602      | 3,2300      | 3,2401            | 3,1920                 |
| Chlornatrium.                                   | 0,8576      | 0,8630      | 0,849             | 0,9630                 |
| Talkbicarbonat.                                 | 0,0521      | 0,0410      | 0,0487            | 0,1932                 |
| Kalkbicarbonat.                                 | 0,2041      | 0,2101      | 0,2003            | 0,0501                 |
| Schwefelnatrium.                                | 0,0530      | 0,0358      | 0,0401            | 0,0312                 |
| Kieselerde.                                     | 0,3300      | 0,2900      | 0,3036            | 0,1874                 |
| Thonerde.                                       | 0,0130      | 0,0130      | 0,0130            | 0,0090                 |
| Eisenoxyd.                                      | 0,0090      | 0,0090      | 0,0090            | 0,0132                 |
| Feste Bestandtheile.                            | 7,8582      | 7,7450      | 7,7677            | 7,6881                 |
| Specif. Gew. bei 20° C.                         | 1,0012      | 1,0044      | 1,0010            | 1,0011                 |

Tab. III. Zusammensetzung der Thermen von Michailow<sup>2)</sup> nach Sinin.

| ELEMENTE DER ZUSAMMEN-<br>SETZUNG.<br>in Granen auf 16 Unzen. | BASSIN DER<br>HAUPTQUELLE.<br>52° R. | SLEPZOWSK.<br>QUELLE.<br>24°. | BITTERE<br>SALZQUELLE. |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| a, Feste Bestandtheile.                                       |                                      |                               |                        |
| Natronsulphat.                                                | 3,1337                               | 9,1962                        | 9,0636                 |
| Natroncarbonat.                                               | 3,4815                               | 6,0581                        | 1,4826                 |
| Chlornatrium.                                                 | 13,1958                              | 4,5287                        | 33,3350                |
| Kalkbicarbonat.                                               | 0,2135                               | 0,2385                        | 0,5870                 |
| Talkbicarbonat.                                               | 0,0214                               | 0,0900                        | 0,4193                 |
| Schwefelnatrium.                                              | 0,4052                               | 0,8621                        | 0,0091                 |
| Unter schwf. Natr.                                            | 0                                    | 0,0213                        | 0                      |
| Kieselsäure.                                                  | 0,3620                               | 0,2742                        | 0,0188                 |
| Thonerde.                                                     | 0,0721                               | 0,0856                        | 0,0170                 |
| Eisenoxyd.                                                    | 0,0120                               | 0                             | Spur.                  |
| Feste Bestandt. in 16 Unz.                                    | 20,8972                              | 21,3547                       | 44,384                 |
| Spee. Gew. b. 20° C.                                          | 1,0024                               | 1,0027                        | 1,0051                 |
| b, Gasförmige Bestandtheile <sup>3)</sup> .                   |                                      |                               |                        |
| Kohlensäure.                                                  | 1,9                                  | 2,7000                        |                        |
| Schwefelwasserstoff.                                          |                                      |                               |                        |
| Stickstoff.                                                   | 0,6                                  | wenig.                        |                        |

1) Полное описание I. с. К. Грумъ Tom I. pg. 144. 2) ibid. pg. 80. 3) In 100 Volumtheilen.



Der Zweck eines wünschenswerthen näheren Vergleichs zwischen den Wassern des Sundja-Terek Thermensystems und den schwefelhaltigen Thermalquellen von Kaitach verlangt hier noch in der

**Tab. IV. die Zusammensetzung der Kaitachschen Thermen nach Abel<sup>1)</sup>.**

| <b>THERMENBESTANDTHEILE.</b><br>auf 12 Unzen. | <b>NOERDLICHE<br/>THERME 1.<br/>48°, 9 C°).</b> | <b>OESTLICHE<br/>THERME 2.<br/>48° C.</b> | <b>SUEDLICHE<br/>THERME 3.<br/>37° C.</b> |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Natronsulphat.                                | 2,153                                           | 5,153                                     | 2,085                                     |
| Chlornatrium.                                 | 5,082                                           | 11,254                                    | 2,204                                     |
| Natroncarbonat.                               | 4,151                                           | 10,574                                    | 3,153                                     |
| Unterschwefls. Natr.                          | 2,455                                           | 3,582                                     | 1,205                                     |
| Schwefls. Kalk.                               | 1,204                                           | 0,753                                     | 0,684                                     |
| Talkcarbonat.                                 | 0,754                                           | 0,863                                     | 0,450                                     |
| Kieselsäure.                                  | 0,214                                           | 0,354                                     | 0,246                                     |
| Hydrotion.                                    | 0,458                                           | 0,445                                     | 0,352                                     |
| Kohlensäure.                                  | 2,612                                           | 2,831                                     | 2,513                                     |
| Feste Bestandtheile.                          | 16,20                                           | 32,75                                     | 10,25                                     |
| Specif. Gew. bei 17°, 5 C.                    | 1,003                                           | 1,005                                     | 1,002                                     |

1) Aus dem bereits pg 36 citirten Werke des Herrn Dr. Toropof, pg. 100 entlehnt.

2) Die Temperaturbestimmungen wurden bei 30° C. Luft-Temperatur angestellt.

#### **Bemerkungen zu der Karte.**

Die Karte ist eine Copie der Kaiserl. Generalstabs-Karte von zehn Werst auf den Zoll, auf welcher die trigonometrisch bestimmten Höhenpunkte, welche die Richtung der Ränder des Sandsteinsplateaus bestimmen mit Sorgfalt eingetragen worden sind. Die angegebenen hypsometrischen Werthe sind mit wenigen Ausnahmen Resultate der Triangulationsarbeiten des Kaiserl. Generalstabes. Die Angabe der Oertlichkeiten wo warme Quellen erscheinen ist keineswegs erschöpfend. Ueber die zahlreichen Thermalquellen, die sich namentlich längs des Flusslaufes des Gams finden sollen, fehlen topographisch sichere Angaben, weshalb auf diese Thermen der südöstlichen Reihe gar keine Rücksicht genommen worden ist. Die mit 574 Fuss angegebene absolute Höhe der Starajourtschen Quellen darf nur als annähernd betrachtet werden, wie auch diejenige der Michailowschen Thermen mit 903 Fuss. Der erste Werth musste ohne die Controlle correspondirender Beobachtung aus der Differenz der Barometerstände zwischen dem Terek-Niveau bei Nikolajewskaja und demjenigen der Thermen von Starajourt abgeleitet werden. Für die Bestimmung der Differenz des Terek-Niveaus zwischen den Stanizen Kalinowskaja und Schtschedrin sind keine Messungen vorhanden. Im Interesse der Rechtschreibung geographischer Namen ist zu bemerken, dass es nicht wie in der Abhandlung Sundja sondern, wie auf der Karte angegeben, Sunja heissen muss.



## Chemische Untersuchungen.

### I. Analyse der Bittersalz haltigen Soolquellen im Thale des andischen Koissu bei dem Aul

Chonchidatl pg. 30.

Die Hauptquelle tritt mit 142° R. Temperatur aus dem in Dolomit umgewandelten *Nerineenkalke* der oberen *Jura*-Formation mit starker Wasserfülle empor.

Das seit 1860 in hermetisch verschlossener Flasche aufbewahrte Wasser roch bei dem Oeffnen nur schwach nach Schwefelwasserstoffgas; es war vollkommen klar geblieben und hatte, mit Ausnahme einiger wenigen leichten gelblichen Flocken keinerlei Niederschlag abgesetzt.

Das specifische Gewicht dieses Wassers fand ich bei 19°,6  $R=1,0209$ . Die chemische Zusammensetzung wurde auf folgende Weise ermittelt:

**A** 28,103 Grm. des Wassers bis zur Trockniss abgedampft, hinterliessen einen halbkrySTALLINISCHEN etwas aufgeblähten weisslichen Rückstand der schwach geglüht 0,764 Grm. wog. Nach der Auflösung dieses Salzgemenges in Wasser blieb ein geringer erdiger Rest, der von Salzsäure aufgenommen wurde.

Aus dieser mit Chlorammonium versetzten, etwas ammoinakalischen Lösung schied:

**a**, oxalsaures Ammoniak 0,085 kohlensaure Talkerde ab, welche 0,094 Grm. Chlorcalcium mit 0,059 Grm. Chlor entsprechen.

**b**, Die abgedampfte von den ammoinakalischen Salzen durch Erhitzen befreite Lösung, hinterliess ein Salzgemenge von 0,680 Grm. Dasselbe mit chemisch reinem Quecksilberoxyd im trockenen Zustande auf das feinste zusammengerieben und im Porcellantiegel bis zum vollständigen Entweichen des Quecksilberchloryds und des überschüssigen Quecksilberoxyds vorsichtig geglüht, wog nach dieser Operation 0,661 Grm.

**c**, Die wässrige Lösung der 0,661 Grm. aus **b** nach Abscheidung von 0,014 Grm. reiner Talkerde, welche 0,032 Grm. Chlormagnium mit 0,023 Grm. Chlor entspricht, hinterliess wieder abgedampft, ein Salzgemenge von 0,647 Grm.

**d**, Die sehr concentrirte Lösung der 0,647 Grm. aus **c** wurde mit Zusatz von Platinchloryd gelinde eingetrocknet. Nach der Wiederauflösung ohne Rückstand schied zugesetztes Chlorbaryum 0,226 Grm. schwefelsauren Baryt aus, der mit 0,137 Grm. schwefelsauren Natron äquivalent ist.

**e**, Nach Entfernung des überschüssig zugesetzten Chlorbaryum durch Schwefelsäure und Beseitigung des Platins, wurden die ammoniakalischen Salze abermals durch Erhitzen vertrieben.

Durch Anwendung von phosphorsauren Natron im Ueberschusse, erfolgte keine Trübung, wodurch bewiesen wurde, dass sämtliche Talkerde in **b** ausgeschieden worden war.

**B** Zur Controlle wurde noch aus 10,179 Grm. der zu untersuchenden Salzsoole durch salpetersaures Silber der sämtliche Chlorgehalt, an 0,569 Grm. Chlorsilber mit 0,140 Chlor, gebunden.

Für 28,103 Grm. berechnet, würde das Chlorsilber somit 1,57 Grm. mit 0,388 Chlor betragen.

Aus den vorstehenden Elementen ergibt sich der qualitative und quantitative Gehalt des in 28,103 Grm. Soole enthaltenen Salzgemenges wie folgt:



Nach *a* = 0,094 Grm. Chlorcalcium mit 0,060 Grm. Chlor.

„ *c* „ 0,033 „ Chlormagnium „ 0,023 „ „

„ *d* „ 0,137 „ Natronsulphat „ „ „

*b c d* 0,510 „ Chlornatrium „ 0,308 „ „

0,774 Grm. Salzgemenge mit 0,391 Grm. Chlor.

Nach *A* = 0,764 Grm. „ „ Nach *B* = 0,388 „ Chlor.

Die procentische Zusammensetzung der Salzwasser von Chonchidatl würde demzufolge betragen:

Chlornatrium = 4,814

Chlormagnium = 0,417

Chlorcalcium = 0,334

Natronsulphat = 0,487

Spur von kohlensauen Salzen.

Salzbestandtheile 2,752

Wasser 97,248

100,000

Das Salzgemenge wovon sich 2,75 Procent in den Quellen von Chonchidatl aufgelöst finden besitzt eine procentische Zusammensetzung von:

Chlornatrium = 65,63.

Chlorcalcium = 42,16.

Chlormagnium = 4,65.

Natronsulphat = 17,56.

Durch sein eigenthümliches Mengungsverhältniss weicht dieses Salz eben so sehr von allen bekannten Meersalzen wie von der Zusammensetzung des Steinsalzes ab; wie dies am besten aus der Tabelle ersichtlich ist, die ich pg. 77 meiner mehrfach citirten Schrift, über die Schlammyulkane der caspischen Region gegeben habe. Durch den bedeutenden Glaubersalzgehalt von sämmtlichen daselbst angeführten Chlornatrium Lösungen geschieden, treten die Salzquellen des inneren Daghestan von Seiten ihrer starken Vermischung mit Chlorcalcium, den 18 bis 19 procentigen Salzquellen am Westufer des caspischen Meeres in der Nähe von Bojé Promisl, wie auch dem Salze des todten Meeres am nächsten. Mit dem Salze des caspischen Meeres, dessen Eigenthümlichkeit durch die Beimengung von 24,11 Procent Talksulphat und 7,97 Procent Kalksulphat bedingt wird, theilen jene Soolen nur den gleichen Chlornatrium-Gehalt.

Zur Zeite des daghestanischen Krieges hatten die Salzquellen von Chonchidatl eine grosse technische Bedeutung. Die von Schamyl beförderte Salzgewinnung beschäftigte die Bevölkerung des Ortes; sie wird auch jetzt noch, aber schwach betrieben.

## II. Notizen über die schwefelhaltige Thermalquelle südlich von Ekaterinodar pg. 47.

Dem grossen Interesse welches sich an die geschwefelten Thermalquellen am Flusse Psekoup, im ehemaligen Abasechen Lande knüpft, widme ich hier noch die Resultate einiger Preliminaruntersuchungen



aus welchen die spezifische Natur der in Rede stehenden Thermen, so wie die Stellung mit Deutlichkeit zu erkennen ist, welche denselben unter den übrigen Thermen im Kaukasus zukommt.

Das Material zu diesen Untersuchungen erhielt ich durch Herrn v. Koschkul, der dasselbe an der Quelle unter der Wasseroberfläche in zwei Flaschen geschöpft und diese sogleich auf das sorgfältigste verschlossen hatte.

In Folge dieser Vorsicht zeigte sich das Wasser vollkommen klar, ohne von seiner ursprünglichen Eigenthümlichkeit etwas verloren zu haben. In beiden Flaschen war keine Spur eines Niederschlages oder einer Ausscheidung bemerkbar. Der Geruch nach Schwefelwasserstoff war sehr stark; der Geschmack stark hepatisch und etwas laugenartig zusammenziehend. Die Bestimmung des spezifischen Gewichts ergab bei 19 R° 1,0025.

Die Reagentien zeigten folgende Erscheinungen:

Fernambuktinktur färbt sehr schön hochroth.

Lakmustinktur verleiht dem Wasser nur eine blaue Farbe.

Kalkwasser bedingt eine bedeutende Trübung, der sogleich ein wolkiger, lange suspendirt bleibender Niederschlag folgt. Die Versuche auf Gegenwart freier Kohlensäure blieben negativ; nur Bicarbonate sind angedeutet.

Chlorbaryum bedingt einen bedeutenden Niederschlag, der sich aber bis auf Hinterlassung einer bleibenden Trübung in Säure mit Brausen löst.

Oxalsaures Ammoniak bleibt anfangs ohne Einwirkung und erst nach einiger Zeit tritt eine leichte Trübung ein.

Salpetersaures Silber bewirkt einen gelbbraunen starken Niederschlag, der sich in kaust. Ammoniak mit Zurücklassung eines Gemenges von kohlensauren Silber und Schwefelsilber auflöst. Sehr verdünnte Salpetersäure befreit das Schwefelsilber leicht von seiner Beimengung.

Phosphorsaures Ammoniak bleibt im Anfang klar; trübt sich aber sehr schwach nach längerer Zeit.

Kohlensaures Kali und kaustisches Kali bleiben so gut wie indifferent.

Aus den vorstehenden Reaktionserscheinungen ergibt sich mit Deutlichkeit, dass die Thermen vom Psekoup zu der Gattung der hochgeschwefelten Thermalquellen mit vorherrschend alkalischen Charakter gehören, in welchen die Gegenwart von Schwefelalkali, von Sulfhydrat und von freien Schwefelwasserstoff möglich ist.

Um diesen Voraussetzungen auf quantitativem Wege etwas näher zu treten, wurden noch die folgenden Versuche angestellt, die für jetzt an die Stelle einer später auszuführenden vollständigen Analyse treten mögen.

a) 25,877 Grm. Wasser bis zur Trockniss verdampft, hinterliessen einen Rückstand, der sehr schwach gegläht 0,051 Grm. wog. Die bis auf eine Spur von Gyps klare Auflösung desselben, mit etwas Salpetersäure gekocht und dann mit salpetersaurem Silber versetzt, gab einen Niederschlag von 0,058 Grm. Chlorsilber der 0,014 Grm. Chlor entspricht.

b) 11,636 Grm. Thermalwasser mit Chlorbaryum versetzt, dem etwas kaust. Ammoniak. zugesetzt war, zeigten einen Niederschlag von 0,063 Grm. kohlensauren Baryt, von dem 0,009 Grm. schwefelsaurer Baryt abgeschieden wurden.

c) 22,964 Grm. desselben Wassers wurden mit salpetersauren Silber gefällt; hierauf das Chlorsilber



durch kaust. Ammoniak gelöst und nach Auswaschung des zurückgebliebenen Schwefelsilbers mit schwach angesäuertem Wasser, das Schwefelsilber mit 0,07 Grm. im reinen Zustande auf gewogenem Filtrum abgeschieden.

Nach den in *a*, *b* und *c* erhaltenen Resultaten lässt sich eine approximatede Vertheilung der zusammensetzenden Thermenbestandtheile wie folgt vornehmen.

- 1) Nach *a* ergeben sich auf 12 Unzen berechnet <sup>1)</sup> für die Therme von 1,0025 specif. Gewicht im Ganzen 11,35 Gran feste Bestandtheile.
- 2) Unter Voraussetzung, dass das Chlor nur an Natrium gebunden ist, würden sich ebenfalls nach *a*, 5,21 Gran Chlornatrium berechnen lassen.
- 3) Mit dem gleichen Rechte der Wahrscheinlichkeit darf, zumal bei Abwesenheit von Kalkerde, angenommen werden, dass die Schwefelsäure an Natron gebunden ist, wodurch 2,67 Gran Natronsulphat eingeführt werden.
- 4) Nach *c*, beträgt der gesammte, theils an Alkalien und Erden, theils an Wasserstoff gebundene Gehalt an Schwefel 2,25 Gran.
- 5) Nach *b*, würden im Ganzen 7,56 Gran Kohlensäure anzunehmen sein, die theils als Bicarbonat oder Carbonat von Natron, und etwas Erden theils im freien Zustande in Anrechnung gebracht werden müsste.

Werden Chlornatrium und Natronsulphat nach 2 und 3, mit 7,88 Gran von den 11,35 Gran. festen Bestandtheilen in 1. abgezogen, so bleiben noch 3,47 Gran über. Von diesen ist anzunehmen, dass der grössere Theil als kohlensaures Natron in der Lösung vorhanden war, während der geringere als Zerlegungsproduct des durch die Abdampfung umgewandelten Schwefelnatriums zu deuten ist.

Der Vergleich der Resultate dieser Schlussfolgen mit dem Bilde der Zusammensetzung der geschwefelten Thermalquellen von Kaitach, wie dasselbe in den auf Tab IV mitgetheilten Analysen von Herrn Abel hervortritt, ist hinreichend, um die sehr nahe generische Verwandtschaft dieser hepatischen Thermen auf der Nordseite des westlichen und des östlichen Kaukasus zu zeigen.

Mit Rücksicht auf die *medizinisch-balneologische* Bedeutung, welche so stark geschwefelten Thermalwassern wie die in Rede stehenden zuzuschreiben ist, halte ich das Dasein der heissen Quellen am Psekoup für einen sehr wichtigen und glücklichen Umstand, da *diese* Wasser in einer gesunden Gebirgsgegend liegen und nicht wie die viel mehr abgelegenen kaitachschen Thermen, sich unter dem unabänderlichen Einflusse örtlicher physikalischer Schwierigkeiten befinden.

Die Nachrichten, welche Herr v. Koschkul über die geognostischen Verhältnisse pg. 47 gegeben hat, unter welchen die heissen Quellen am Flusse Psekoup am Südrande der nordwestlich streichenden Sandsteinkette auftreten, erhalten eine willkommene ergänzende Bestätigung durch die geognostische Sammlung, welche Herr Peter. Scharojan der mich eine Reihe von Jahren auf meinen Reisen im Kaukasus begleitete, in seiner jetzigen Qualität als Gehülfe bei den kaukasischen Triangulations-Arbeiten, in jener Quellengegend kürzlich gemacht hat. Es geht aus dieser Sammlung hervor, dass die Sandsteinformation *B* pg. 22 und

<sup>1)</sup> Als Grundlage dienten folgende Verhältnisszahlen. Ein Pfund Medicinal-Gewicht sind gleich 12 Unzen und diese betragen 357,792 Grammen. Eine Gramme sind gleich 16,098 Gran med. Gew. Ein Milligramm ist gleich 0,016 Gran. Die Berechnungen sind nicht nach Tabellen, sondern nach den Atomen Gewichten angestellt.



Fig. III, ihren Uebergang in die kalkigen Etagen der äussersten Vorhügel des Gebirges, durch einen zerreiblichen kalkigen Sandstein mit dem Charakter einer wahren Strandformation nimmt. Ein Hauptelement dieser Felsart die aus weicher, viel erdig körnigen *Glaukonit* und eckige Quarzkörner einschliessender Kalksubstanz gebildet wird, besteht aus den Trümmern fossiler tertiärer Muscheln, unter welchen sich grösstentheils nur zerbrochene Schaaen von vielen *Acephalen* und *Gasteropoden Specien* finden; mitunter aber sind die Schaaen auch ganz und erhalten genug, um die Art mit Sicherheit ermitteln zu können. In diese Kategorie sind namentlich die folgenden von mir sorgfältig bestimmten *Specien* zu stellen.

*Cardium obsoletum*. Eichw.

*Cardium tunicum*. Mayer.

*Arca imbricata*. Poli.

*Venus marginata*. Hörnes.

*Mactra podolica*. Eichw.

*Venus gentilis*. Eichw.

*Mytilus acutirostris*. Sandb.

*Nucula striata*. Sismonda.

*Ervillia podolica*. Eichw.

*Modiola volhynica*. Eichw.

*Cerithium pictum*. Eichw.

*Gastrochaena dubia*. Pernant.

*Trochus pictus*. Eichw.

*Planorbis pseudoammonius*. Schlotth.

Der geognostische Horizont der kalkigen Etage C pg. 23 als *obermiocäne* Schichtenfolge, wird durch diese Arten auf das Bestimmteste angedeutet. Es sind zum Theil dieselben *Specien*, welche die obere Abtheilung der Fundamentalformation der Halbinseln Kertsch und Taman charakterisiren und in den Schichten des Plateaulandes von Stavropol eine grosse Verbreitungssphäre haben.

### III. Notiz über die tarkinische thermale Schwefelquelle zu pg. 26.

Bei meinem letzten Besuche des tarkinischen Schwefelwassers im Jahre 1860 hatte ich zwei Flaschen von dem letzteren, die unter der Wasseroberfläche des Sammelteichs gefüllt, durch in Wachs gekochte Körcke verschlossen und hierauf sogleich verpecht worden waren, zur quantitativen Untersuchung des Wassers mitgenommen. Die nicht abgeschlossenen Resultate dieser Untersuchungen späteren Mittheilungen vorbehaltend, beschränke ich mich für jetzt nur auf einige Angaben. Das specifische Gewicht dieser Wasser bei 19° R, fand ich 1,0038. In einem Abdampfungsversuche von 23,112 Grm. Wasser, zeigte ein Rückstand von 0,089 Grm. den Totalbestand der festen Bestandtheile in dem tarkinischen thermalen Schwefelwasser für zwölf Unzen zu 22,167 Gran an. Aus einer Quantität von 49,446 Grm. des Wassers wurden auf die pg. 57 in c angegebene Weise 0,169 Grm. Schwefelsilber erhalten, welche 0,022 Grm. Schwefel äquivalent sind, und in naher Uebereinstimmung mit den Schwefelwasser von Kaitach, auf zwölf Unzen 2,45 Gran Schwefel angeben.

Es versteht sich von selbst, dass die sub. II und III in Anwendung gebrachten analytischen Operationen nicht etwa die Methoden andeuten dürfen, auf welche eine rationelle Zerlegung von Mineralwassern der vorliegenden Art die Anlage für den Gang der Scheidung von Hauptbestandtheilen zu gründen hätte. Für den in dem Vorhergegangenen verfolgten Zweck einer genäherten Anschauung von dem generellen Charakter der betrachteten Thermalwasser waren die angewendeten Methoden hinreichend.

Bei einer Wiederholung des Versuchs II. a. z. B. zur Bestimmung der festen Bestandtheile in dem Schwefelwasser, gaben 31,646 Grm. einen Rückstand von 0,057 Grm. der nur 10,36 Gran Salzen auf



zwölf Unzen entspricht. Aus demselben Rückstande von 0,057 Grm. wurden 0,083 Grm. Chlorsilber abgeschieden, die 0,033 Chlornatrium äquivalent sind und 6,00 Gran dieses Bestandtheils angeben.

Diese Verschiedenheit gegen die früheren Resultate erfolgte nicht unerwartet, sie hing mit dem absichtlich etwas verlängerten Glühen des Rückstandes nach Abdampfung der 31,646 Grm. zusammen.

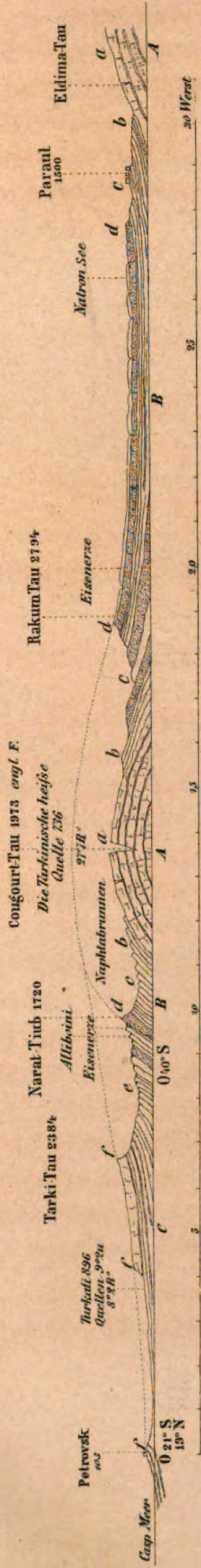
Dagegen gab ein zweiter Versuch zur Bestimmung des schwefelsauren Natron ein mit dem von II. 3. gut übereinstimmendes Resultat, indem aus 24,751 Grm. Schwefelwasser, 0,02 Grm. schwefelsaurer Baryt erhalten wurde, welcher 0,0122 Grm. schwefelsauren Natron äquivalent ist und mithin 2,84 Gran des letzteren in zwölf Unzen des Thermalwassers angiebt.



# PROFIL des ERHEBUNGSTHALES des GUGOURT TAU zwischen PETROVSK und PARAU.

im nördlichen Oagestan.

Fig. III



## UEBERSICHTSKARTE des THERMEN SYSTEMS zwischen TEREK und SUNJA.

Taf. II

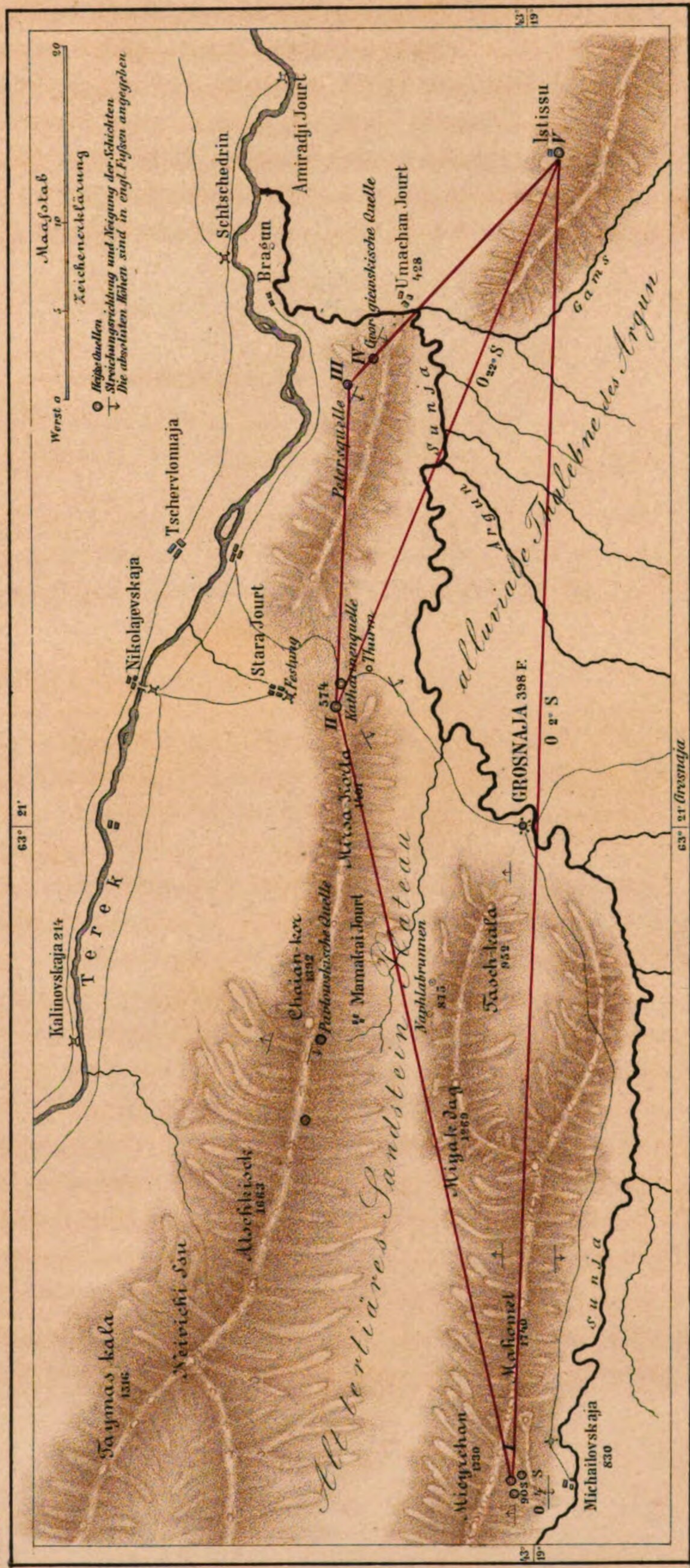
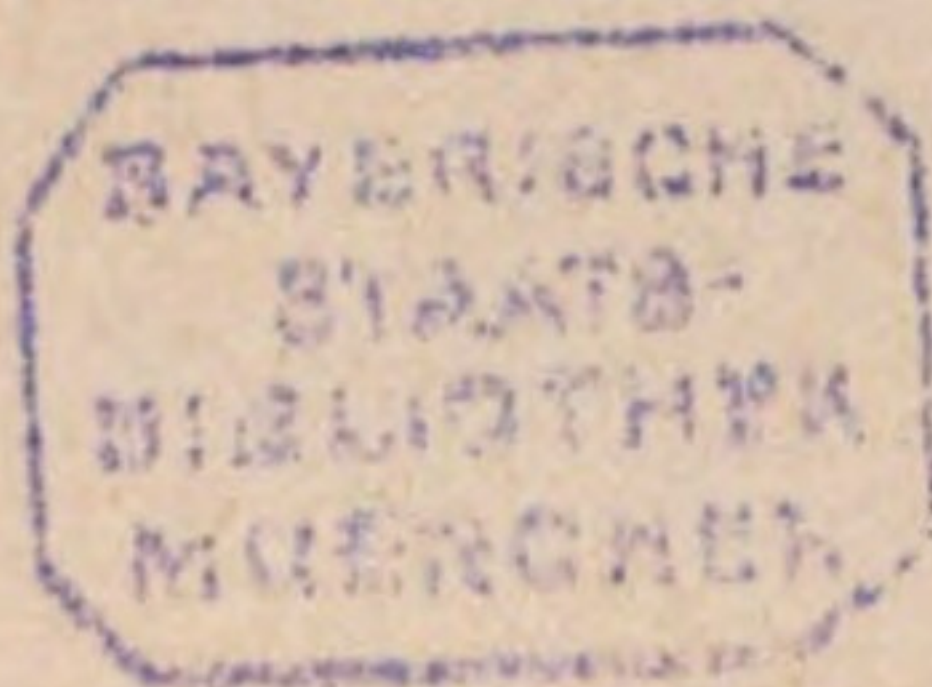


Fig. I zu pg. 4

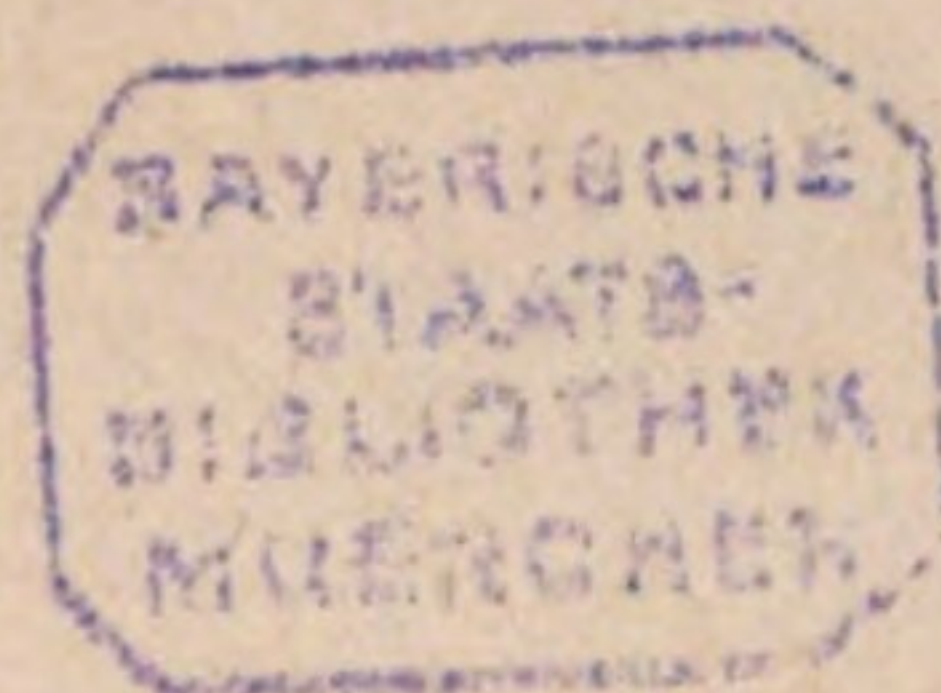








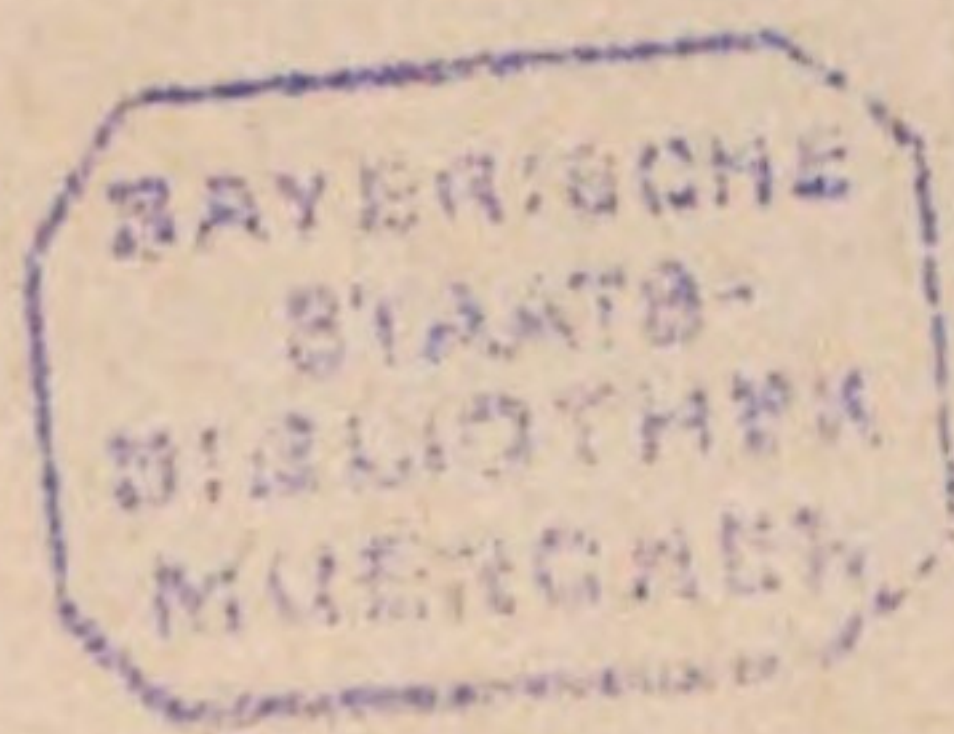








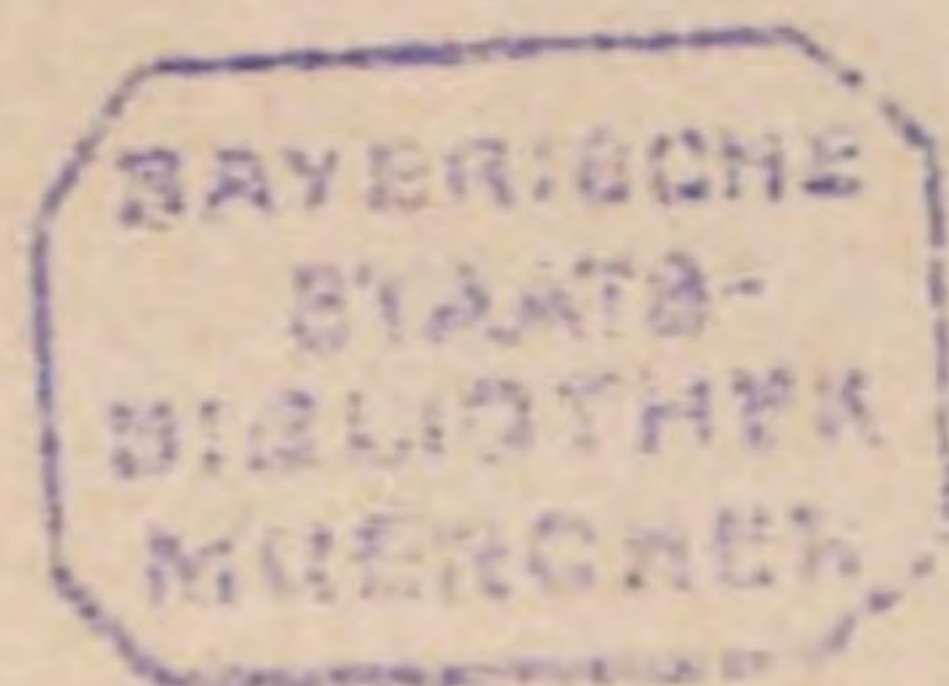














Abich, Hermann,

Vergleichende chemische Untersuchungen der Wasser des Caspischen Meeres, 1  
mie-1 v. Van-See's

Saint Pétersbourg 1859

4 Geo.u. 130 p#Beibd.3

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10359042-2